This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

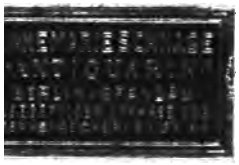
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.



BOSTON
MEDICAL LIBRARY
8 THE FENWAY

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

ACHTUNDSECHZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN.

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1874.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXVIII. BAND. III. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1873. — HEFT I BIS V.

(Mit 13 Tafeln.)

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

1874.

CATALOGUED
NOV 15 1955
A. J. D.

BOSTON MEDICAL
NOV 15 1955
LIBRARY

INHALT.

Seite

XVI. Sitzung vom 13. Juni 1873: Übersicht 3

v. Basch, Die Hemmung der Darmbewegung durch den *Nervus splanchnicus.* (Mit 1 Tafel.) [Preis: 45 kr. = 9 Ngr.] . . 7

v. Winiwarter, Der Widerstand der Gefässwände im normalen Zustande und während der Entzündung. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 45 kr. = 9 Ngr.] 30

XVII. Sitzung vom 19. Juni 1873: Übersicht 35

XVIII. Sitzung vom 26. Juni 1873: Übersicht 38

Heitzmann, Untersuchungen über das Protoplasma. III. Die Lebensphasen des Protoplasma. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 30 kr. = 6 Ngr.] 41

XIX. Sitzung vom 10. Juli 1873: Übersicht 53

Heitzmann, Untersuchungen über das Protoplasma. IV. Die Entwickelung der Beinhaut, des Knochens und des Knorpels. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 30 kr. = 6 Ngr.] 56

XX. Sitzung vom 17. Juli 1873: Übersicht 68

XXI. Sitzung vom 24. Juli 1873: Übersicht 71

Mayer, Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe. III. Abhandlung: Über die directe elektrische Reizung des Säugethierherzens. (Mit 2 Curventafeln.) [Preis: 60 kr. = 12 Ngr.] 74

Heitzmann, Untersuchungen über das Protoplasma. V. Die Entzündung der Beinhaut, des Knochens und des Knorpels. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 35 kr. = 7 Ngr.] 87

XXII. Sitzung vom 9. October 1873: Übersicht 107

XXIII. Sitzung vom 16. October 1873: Übersicht 111

XXIV. Sitzung vom 23. October 1873: Übersicht 114

XXV. Sitzung vom 6. November 1873: Übersicht 121

Mach, Physikalische Versuche über den Gleichgewichtssinn des Menschen. [Preis: 20 kr. = 4 Ngr.] 124

XXVI. Sitzung vom 13. November 1873: Übersicht 141

XXVII. Sitzung vom 20. November 1873: Übersicht 144

Laptschinsky, Über das Verhalten der rothen Blutkörperchen zu einigen Tinctionsmitteln und zur Gerbsäure. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 70 kr. = 14 Ngr.] 148

XXVIII. Sitzung vom 4. December 1873: Übersicht 179

Seite.

XXIX. Sitzung vom 11. December 1873: Übersicht 183

Hering, Zur Lehre vom Lichtsinne. Zweite Mittheilung: Über simultanen Lichtcontrast. [Preis: 15 kr. = 3 Ngr.] . . 186

XXX. Sitzung vom 18. December 1873: Übersicht 202

Nowak u. *Kratschmer*, Über die Phosphorsäure als Reagens auf Alkaloide. [Preis: 10 kr. = 2 Ngr.] 205

Dietl, Untersuchungen über Tasthaare. III. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 30 kr. = 6 Ngr.] 213

Hering, Zur Lehre vom Lichtsinne. Dritte Mittheilung: Über simultane Lichtinduction und über successiven Contrast. [Preis: 15 kr. = 3 Ngr.] 229

Knoll, Über Reflexe auf die Athmung bei Zufuhr einiger flüchtiger Substanzen zu den unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwegen. (Mit 4 Tafeln.) [Preis: 1 fl. 20 kr. = 24 Ngr.] 245

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

6.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

BOSTON MEDICAL
NOV 15 1955
LIBRARY

XVI. SITZUNG VOM 13. JUNI 1873.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Betrachtung der allgemeinen Bewegungsform starrer Körper vom Gesichtspunkte einer Gyralbewegung", vom Herrn Jos. Finger, Professor an der Staats-Oberrealschule zu Laibach.

„Beobachtungen am Kundt'schen Manometer", vom Herrn V. Dvořák, Assistenten der Physik an der Prager Universität, eingesendet und empfohlen durch Herrn Prof. Dr. E. Mach.

„Über die Functionen X_n^m", vom Herrn Prof. L. Gegenbauer in Krems.

„Die Hemmung der Darmbewegung durch den *Nervus splanchnicus*", vom Herrn Dr. S. R. v. Basch, Privatdocenten an der Wiener Universität.

Herr Hofrath Dr. E. v. Brücke überreicht eine in seinem physiologischen Institute ausgeführte Arbeit des med. stud. Herrn Felix v. Winiwarter, betitelt: „Der Widerstand der Gefässwände im normalen Zustande und während der Entzündung."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real, de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Tomo IX. Diciembre 1872—Marzo 1873. Habana; 8°. — Tablas abituarias de 1872. Habana, 1873; 8°.

Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Mémoires. Tome XXXIX. Bruxelles, 1872; 4°. —Mémoires couronnés et autres Mémoires. Collection in 8°. Tome XXII. Bruxelles, 1872. — Bulletin. 39e Année,

2e Série, Tomes XXIX & XXX (1870); 40e Année, 2e Série, Tomes XXXI & XXXII (1871); 41e Année. 2e Série, Tomes XXXIII & XXXIV (1872). 8°. — Annuaire. XXXVIIIe & XXXIXe Années. 1872 & 1873. Bruxelles; kl. 8°. — Compte rendu des séances de la Commission Royale d'histoire. 3e Série. Tome XIIe, 4e & 5e Bulletins; Tomes XIIIe et XIVe; 4e Série, Tome Ier, 1er Bulletin. Bruxelles, 1871—1873; 8°. — Biographie nationale. Tome IIIe, 2e Partie; Tome IVe, 1ère Partie. Bruxelles, 1872; 8°. — Centième anniversaire de fondation (1772—1872). Tomes I—II. Bruxelles, 1872; 8°. — De l'astronomie dans l'Académie Royale de Belgique. Rapport séculaire (1772—1872), par Ed. Mailly. Bruxelles, 1872; 8°. — Ouddietsche Fragmenten van den Parthonopeus van Bloys, door J. H. Bormans. Brüssel, 1871; 8°. — Speghel der Wijsheit of leeringhe der zalichede, van Jan Praet, door J. H. Bormans. Brüssel, 1872; 8°.

Akademie der Wissenschaften und Künste, Südslavische: Rad. Knjiga XXII. U Zagrebu, 1873; 8°. — *Acta coniurationem Bani Petri a Zrinio et Com. Fr. Frangepani illustrantia.* U Zagrebu, 1873; 8°. — Arkiv za poviestnicu jugoslavensku. Knjiga XI. U Zagrebu, 1872; 8°.

— — Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Januar 1873. Berlin; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 15—16. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1940—1942. (Bd. 81. 20—22.) Altona, 1873; 4°.

Blake, William P., Reports of the United States Commissioners to the Paris Universal Exposition, 1867. Vols. I—VI. Washington, 1870; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI, Nrs. 19—21. Paris, 1873; 4°.

Cosmos di Guido Cora. II. Torino, 1873; kl. 4°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Bd. Nr. 10—11. Wien, 1873; 4°.

— Senckenbergische naturforschende: Abhandlungen. VIII. Bandes 3. & 4. Heft. Frankfurt a. M., 1872; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 21—22. Wien, 1873; 4°.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, von C. Ohrtmann, F. Müller, A. Wangerin. II. Band. Jahrgang 1869 u. 1870. Berlin, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 11. Graz, 1873; 4°.

Lese- und Redehalle der deutschen Studenten zu Prag: Jahres-Bericht. Vereinsjahr 1872—73. Prag, 1873; 8°.

Mailly, Ed., Tableau de l'Astronomie dans l'hémisphère australe et dans l'Inde. Bruxelles, 1872; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873, V. Heft. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 186—187, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Observatoire Royal de Bruxelles: Annales. Tome XXI. Bruxelles, 1872; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VIII, Nr. 2. Firenze, 1873; 4°.

Observations des phénomènes périodiques pendant l'année 1870. Par A. Quetelet. 4°. — Tables de mortalité et leur développement etc. Par A. Quetelet. Bruxelles, 1872; 4°. — L'homme considéré dans le système social: ou comme unité, ou comme fragment de l'espèce humaine. Par A. Quetelet. 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1873. XXIII. Band, Nr. 1. Wien; 4°. — Verhandlungen. Jahrgang 1873. Nr. 7. Wien; 4°.

Reslhuber, Augustin, Resultate aus den im Jahre 1870 auf der Sternwarte zu Kremsmünster angestellten meteorologischen Beobachtungen. Linz, 1873; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." IIme Année. 2e Série. Nrs. 47—48. Paris, 1873; 4°.

Société Entomologique de Belgique: Annales. Tome XVe. Bruxelles, Paris, Dresde, 1871—72; gr. 8°.

Société des Ingenieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux. 3e Série; 25e Année, 3e & 4e Cahiers. Paris, 1872; 8°.

— Mathématique de France: Bulletin. Tome Ier, Nrs. 2—3. Paris, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 21—23. Wien, 1873; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang. 6. & 7. Heft. Wien, 1873; 4°.

Die Hemmung der Darmbewegung durch den Nervus splanchnicus.

Von Dr. **S. v. Basch,**

Privatdocent an der Wiener Universität.

(Mit 1 Tafel.)

Einleitung.

Durch die Untersuchungen [1], die ich in Gemeinschaft mit Oser über die Wirkung des Nicotins anstellte, hatte ich Darmbewegungen kennen gelernt, von denen aus mehreren Gründen zu erwarten war, dass sie sich mit Erfolg für das Studium der Hemmungswirkung des Nervus splanchnicus würden verwenden lassen.

Die zweiten peristaltischen Bewegungen nämlich, die einige Minuten nach der Injection kleiner Nicotinmengen ins Blut auftreten, kommen ihrer Erscheinungsweise nach den physiologischen, die nur äusserst selten am Hundedarme — auf den sich die vorliegenden Untersuchungen beziehen — zu beobachten sind, vollkommen gleich und bieten zudem den für die Beurtheilung der Versuchsresultate und für die hieraus abzuleitende richtige Schlussfolgerung sehr hoch zu schätzenden Vortheil, dass sie keine spontanen Bewegungen sind, da nicht nur die Eingriffe, denen sie ihre Entstehung verdanken, bekannt sind, sondern sich auch die Zeit ihres Eintretens und die Dauer derselben mit ziemlicher Genauigkeit vorher bestimmen lassen.

Schon in letzterem Umstande liess sich ein hoher methodischer Vorzug der durch Nicotin hervorgerufenen peristaltischen Bewegungen vor jenen vermuthen, die bis jetzt den Versuchen

---

[1] Untersuchungen über die Wirkung des Nicotins von Dr. S. v. Basch und Dr. L. Oser. Wiener mediz. Jahrbücher 1872.

über die Hemmungswirkung des Splanchnicus zu Grunde gelegt wurden; noch mehr aber zeigt die eingehende Betrachtung, dass die während der Nicotinbewegungen herrschenden physiologischen Bedingungen sich für den Erfolg und für die Beurtheilung des Versuches ungleich günstiger gestalten, als dies bei den durch Dyspnoë erzeugten Darmbewegungen — wozu ja auch jene gehören, die während der Pflüger'schen Versuchsanordnung auftreten — und bei den postmortalen — doch ebenfalls dyspnoischen — Darmbewegungen, auf die sich die Versuche von Ludwig und Kupfer beziehen, der Fall ist.

Während der durch Injection von Nicotin ins Blut erzeugten Darmbewegungen sind, wie die Injection und der durch das Manometer verzeichnete niedere Blutdruck übereinstimmend aussagen, die Blutgefässe ziemlich weit, die Darmwand ist reichlich mit arteriellem Blute versorgt und es ist, wie der directe Versuch lehrt, sowohl die Reizbarkeit der Gefässe als des Gefässnervencentrums — namentlich wenn man an jungen Thieren experimentirt — vollständig erhalten. Die durch Nicotininjection bedingten Respirationsstörungen werden ferner vollkommen vermieden, wenn man, wie ich und Oser dies schon früher gethan, die Versuchsthiere curarisirt.

Die eben erwähnten Vortheile eines vollständig intacten Respirations- und Circulationszustandes entbehrt man begreiflicher Weise bei den Versuchen an dyspnoischen Darmbewegungen, sowohl bei den spontan erscheinenden, als den durch Aussetzen der Respiration erzeugten, oder erst nach dem Tode auftretenden.

Dass aber grade ein ungestörter Respirations- und Circulationszustand und namentlich die vollständig erhaltene Erregbarkeit der Gefässe und des Gefässnervencentrums zu den allerwichtigsten Vorbedingungen für das Studium der Hemmungswirkung des Splanchnicus gehören, kann nicht in Abrede gestellt werden, seitdem die Untersuchungen von S. Mayer und mir,[1] die in letzter Zeit von Hougkeest van Braam[2] zum Theile

---

[1] Wien. Sitzungsberichte des LXII. Band. 1870.

[2] Pflüger's Archiv 1873. VI.

bestätigt wurden, es mehr als wahrscheinlich gemacht haben, dass die Hemmungswirkung des Splanchnicus eine Folge der vasomotorischen Eigenschaften dieses Nerven sei.

Auf Grund der hier vorangestellten Erwägungen ging ich an die nachfolgenden Untersuchungen, die eine Vervollständigung der eben angeführten bilden.

Ich liess mich hiebei — und wie der Erfolg zeigte, mit Recht — nicht durch die Angabe von Nasse[1] abschrecken, dass die Splanchnicus-Reizung gegenüber den durch Nicotin hervorgerufenen Darmbewegungen vollständig wirkungslos sei; beziehen sich doch, wie dies schon in meinen Untersuchungen mit Oser auseinandergesetzt ist, die Versuche von Nasse — der die zweiten peristaltischen Bewegungen nicht kannte — nur auf die Anfangswirkung des Nicotins, bestehend in einer kurz andauernden peristaltischen Bewegung und darauf folgendem Tetanus, während dessen der Darm vollständig ruhig ist, auf eine Erscheinungsweise also, die von der der zweiten peristaltischen Bewegungen insoferne vollkommen verschieden ist, als nur letztere ein getreues Abbild der physiologischen peristaltischen Bewegungen darstellen und ununterbrochen und gleichmässig durch mehre Minuten andauern. Hiebei muss noch erwähnt werden, dass während jener Darmbewegungen, die in die Anfangswirkung des Nicotins fallen, das Gefässnervencentrum sowohl als die Gefässe selbst in hohem Grade erregt sind, und dass zugleich die Erregbarkeit und Erregung der im Herzen gelegenen nervösen Hemmungsapparate einem bedeutenden Wechsel unterliegt, dass aber im Gegensatze hiezu während der zweiten peristaltischen Bewegungen die Circulationsverhältnisse, sowie der Erregungszustand der Gefässe vollständig constant bleiben.

Ich bediente mich bei meinen Versuchen im Grossen und Ganzen derselben Methoden, die ich in den erwähnten Untersuchungen mit S. Mayer und Oser zur Anwendung brachte.

Da die Luft-Isolirung des Nervus splanchnicus, den ich wie

---

[1] Nasse, Beiträge zur Physiologie der Darmbewegungen. Leipzig 1866.

früher innerhalb der Brusthöhle präparirte, in Anbetracht des Umstandes, dass man nur über einen sehr kleinen Raum verfügt, der zudem während der Inspiration durch das Vorschieben der Lunge noch kleiner wird, äusserst schwierig ist, und eine sehr verlässliche Hilfe in Anspruch nimmt, stand ich von derselben ab und wendete als Elektroden zwei in kleine Ringelchen endigende Platindrähte an, die ich innerhalb eines Glasröhrchens befestigte. In diese Ringelektroden wurde der Nerv mittelst des an ihn geknüpften Seidenfadens eingezogen; letztern und mit ihm also auch den Nerven befestigte ich an wohl isolirte Kupferdrähte, die mit den Platinelektroden in leitende Verbindung gesetzt worden waren und durch einen Retortenhalter fixirt werden konnten. Zur möglichst vollständigen Isolirung deckte ich die über das Glasröhrchen hervorragenden metallischen Platinfäden sorgfältigst mit Du Bois'schen Kitt, schützte zudem die in die Brusthöhle eingelegten Elektroden vor der Berührung mit den anliegenden Weichtheilen durch Einlegen von Glasplättchen oder umhüllte — was weit bequemer und zweckmässiger ist — dieselben mit Guttaperchapapier.

Die manometrischen Aufzeichnungen wurden an einem ausgezeichneten Kymographion mit ewigem Papier vorgenommen.

Sämmtliche Versuche, bei denen mir nebst Andern die Herren stud. med. Lumpe und Raab eifrigst assistirten, wurden im Wiener physiologischen Institute, dessen Mittel Herr Professor Brücke mir gütigst zur Verfügung stellte, ausgeführt.

Als Versuchsthiere wurden nur Hunde verwendet.

Es versteht sich von selbst, dass für den Splanchnicus-Versuch eben nur jenes Thier brauchbar ist, an dessen Darme nach vorangegangener Nicotininjection die zweite peristaltische Bewegung vollkommen ausgesprochen erscheint. Die Veränderlichkeit dieses Erfolges der Nicotininjection hängt wohl zum Theile von der Verschiedenheit der Erregbarkeitsverhältnisse ab, sehr oft aber und namentlich dann, wenn bei mehren hintereinander angestellten Versuchen die zweiten peristaltischen Bewegungen regelmässig ausbleiben, trägt unzweifelhaft die Beschaffenheit des Nicotins hieran Schuld, das sich bekanntlich sehr leicht zersetzt und wahrscheinlich in Folge dessen jener Eigenschaften verlustig wird, die die zweiten peristaltischen Bewegungen

hervorrufen. Das einzige einigermassen verlässliche äusserliche Kriterium für die Brauchbarkeit des Nicotins besteht in seiner Farbe; je heller nämlich dieselbe, desto mehr ist anzunehmen, dass es sich zu den Versuchen eignet. Am sichersten verfährt man, wenn man durch einige Vorversuche die physiologische Reaction einiger Nicotinpräparate ermittelt und dann jenes, das sich bewährt hat, in kleine Portionen vertheilt in zugeschmolzenen Glasröhrchen aufbewahrt. Auf solche Weise kann man mit einem und demselben als gut erprobten Nicotinpräparate längere Zeit unter gleich günstigen Bedingungen fortarbeiten.

Eine zweite Vorsicht, die man nicht ausser Acht lassen darf, besteht darin, die Thiere 1—2 Stunden vor dem Versuche zu füttern, denn ich habe mich hinlänglich oft davon überzeugt, dass resorbirende Därme ungleich häufiger die zweiten peristaltischen Bewegungen zeigen als nicht resorbirende.

I.

Der Versuch, Darmbewegungen durch Reizung des Nervus splanchnicus zum Stillstand zu bringen, gehört, wenn man ihn so ausführt, wie ich es angebe, vorausgesetzt, dass man rasch und ohne Blutverlust operirt und die Bauchhöhle erst unmittelbar vor der Injection von Nicotin eröffnet, zu den verlässlichsten.

Sobald die metallische Nebenleitung geöffnet und der Splanchnicus elektrisch gereizt wird, erfolgt ein kurzer Bewegungsstoss und gleich darauf kommen die Därme vollständig zur Ruhe. Man kann diesen Versuch mehrmals, oft 6—7mal hintereinander, mit gleich eclatantem Erfolge wiederholen. Selbstverständlich setzt das Aufhören der peristaltischen Bewegungen der Fortsetzung dieser Versuche eine Grenze. Um dieselben auszudehnen, kann man noch ein zweites Mal Nicotin injiciren und die allenfalls hierauf sich entwickelnden zweiten peristaltischen Bewegungen gelangen, ganz so wie die nach der ersten Injection auftretenden, nach wiederholt vorgenommener Splanchnicus-Reizung jedes Mal zur Ruhe.

Der Erfolg der Splanchnicus-Reizung, insoweit derselbe sich auf den endlichen Stillstand der Darmbewegung bezieht,

ist vollständig constant. Es gilt dies nicht nur für die in Rede stehenden Darmbewegungen, sondern — wie mehre Versuche mich belehrt haben — auch für solche, die ohne vorhergehende Dyspnoë oder Nicotininjection als rein physiologische hie und da nach Eröffnung der Bauchhöhle zur Erscheinung kommen.

Es kommen aber die bewegten Darmschlingen nicht in gleichem Zustande und auch nicht in gleicher Weise zur Ruhe. Darin stimmen allerdings alle Versuche mit einander überein, dass die Därme kürzere oder längere Zeit nach dem Eintreten der Ruhe, d. i. nach Aufhören der rhythmischen Contractionen der Längs- und Ringsmuskelfasern, in den Zustand der vollständigen Erschlaffung übergehen; die Ruhe des Darms fällt aber nicht immer gleich mit der Erschlaffung zusammen. Manchmal nämlich — es gilt dies auch von den Versuchen an spontanen physiologischen Darmbewegungen — folgt dem unmittelbar nach der Reizung eintretenden kurzen Bewegungsstoss, an welchem sichtlich die Längs- und Ringsmuskelfasern sich betheiligen, ein Zustand, in welchem der Darm in Folge des Aufhörens der Contractionen seiner Längsmusculatur keine Ortsbewegungen mehr ausführt, also in einer Hinsicht vollständig bewegungslos ist, in dem die Ringmusculatur dagegen tonisch contrahirt erscheint. Letztere tonische Contraction löst sich allmälig, ohne dass dabei Bewegungen sichtbar werden, und geht unvermerkt in Erschlaffung über. Äusserst selten kommt es auch vor, dass an Stelle der allgemeinen tonischen Contraction der Ringsmuskelfasern stellenweise partielle Einschnürungen auftreten. In der Mehrzahl der Fälle jedoch geht, ganz so wie Pflüger es als Regel geschildert, der Darm aus der peristaltischen Bewegung unmittelbar in Erschlaffung über.

Der Bewegungsstoss fällt der Zeit nach in den Beginn der Reizung, die tonische Contraction der Ringsmusculatur dagegen fällt nicht nur ausserhalb derselben, sondern überdauert sie ziemlich lange, oft mehr als eine Minute. Es spricht allerdings schon dieser Umstand — nebst der Vorsicht, die ich auf die isolirte Reizung des Splanchnicus verwandte — dafür, dass bei dieser Erscheinung durchaus nicht ein Hinübergleiten von Strom-

schleifen auf die Darmmusculatur ins Spiel komme, es gibt aber ausserdem hiefür noch andere Gründe, die ich später anführen werde.

Da nach den letzten Untersuchungen die motorische Wirkung des Splanchnicus nicht mehr in Frage gestellt werden kann, so ist auch die Annahme unabweisbar, dass die Wirkung der Splanchnicusreizung da, wo dieselbe als Hemmung der Darmbewegung auftritt, sich aus zwei Factoren zusammensetze.

Der motorischen Wirkung der Splanchnicusreizung entspricht der Bewegungsstoss, der unmittelbar nach der Reizung dieses Nerven eintritt und sehr häufig auch dann zu beobachten ist, wenn man den Splanchnicus während der Ruhe des Darms reizt. Hiebei ist zu bemerken, dass für den sich bewegenden Darm die Bedingungen für den motorischen Erfolg der Splanchnicus-Reizung weit günstiger sind, als für den ruhenden, da doch, wie dies die Untersuchungen von Mayer und mir dargethan haben, der bewegte Darm viel disponirter erscheint, auf Reizung seiner motorischen Nerven, des Vagus und des Splanchnicus, zu antworten, als der ruhende. Alle weiteren Erscheinungen, die dem ersten Bewegungsstoss bis zum Wiedereintritt der peristaltischen Bewegungen folgen, müssen auf die Hemmungswirkung des Splanchnicus bezogen werden.

Der Grund für die Verschiedenheit der die Hemmung constituirenden Vorgänge liegt, wie ich glaube, darin, dass die Längs- und Ringsmuskelfasern des Darms nicht gleichzeitig und in gleicher Weise den hemmenden Einflüssen gehorchen, dass vielmehr die Längsmuskelfasern, denen die Darmschlingen ihre Ortsbewegung — die pendelnde, schiebende Bewegung — verdanken, viel eher und vollständiger zur Ruhe gelangen als die Ringsmuskelfasern, deren Erregungszustand manchmal noch längere Zeit anhält.

Die Prüfung einer andern Hemmungs-Erscheinung, die nicht durch elektrische Reizung des Splanchnicus bedingt ist, aber ihrer Entstehung nach derselben gleichkommt und bei der alle Einsprüche wegfallen, die mit dem Vorhandensein des elektrischen Reizes auftauchen, wird des Weiteren die Berechtigung dieser Annahme darthun.

Eine der wesentlichsten Stützen, auf welche Pflüger seine Theorie stützte, dass der Splanchnicus ein Hemmungsnerv für den Darm, wie der Vagus für das Herz sei, bestand in der Angabe, dass grade so, wie das Herz nach Reizung des Vagus auch der Darm nach Reizung des Splanchnicus in der Diastole zur Ruhe komme. Meine Beobachtungen aber zeigen, dass diese Angabe nicht mehr als maassgebend für die Pflüger'sche Theorie angesehen werden kann.

Unter dem Eindrucke der seiner Zeit geltenden Theorie, dass Anämie Darmbewegungen hervorruft, hat ferner Pflüger von vorneherein die Annahme verworfen, dass bei der Hemmung der Darmbewegung die vasomotorischen Eigenschaften dieses Nerven in Betracht kommen. Dieser Gegengrund verlor schon in Bezug auf jene Bewegungen, auf die sich die Pflüger'schen Versuche beziehen, seine Geltung, seitdem durch die Untersuchungen von Mayer und mir sichergestellt wurde, dass eine Verminderung der Blut-Quantität allein keine Darmbewegungen hervorrufe, dass vielmehr die Ursache der Darmbewegungen in der Beschaffenheit des die Darmwand durchfliessenden Blutes gesucht werden müsse. Den Darmbewegungen gegenüber, auf die sich die vorliegenden Untersuchungen beziehen, ist die Pflüger'sche Einwendung vollends bedeutungslos, da doch, wie schon erwähnt, während der zweiten peristaltischen Bewegungen nach Nicotininjection die Gefässe sehr weit und der Darm von reichen nicotinhältigen Blutmengen durchströmt ist.

Von letzterer Thatsache ausgehend, erscheint bereits die von S. Mayer und mir aufgestellte Behauptung vollkommen berechtigt, dass: die Hemmung der Darmbewegung nach Reizung des Nervus splanchnicus darauf beruhe, dass mit der Verschliessung der kleinen Darmwand-Arterien jene Reize entfernt werden, die, mit dem strömenden Blute verbunden, die Darmbewegungen unterhalten.

Einen schlagenden Beweis für diese Behauptung liefert die während der Splanchnicus-Reizung vorgenommene Messung des Blutdrucks, in welchem bekanntlich die Widerstände, die sich dem Einströmen des Blutes in die kleinen Arterien — namentlich

die kleinen Arterien des Darms — entgegenstellen, ihren Ausdruck finden.

Tabelle I bezieht sich auf die Versuche, in denen der Splanchnicus gereizt wurde. Die Blutdruckzahlen bedeuten *Mm Hg*. Die Pulszahlen beziehen sich auf die Zeiteinheit von 5″. Die Verhältnisszahlen für Blutdruck und Puls wurden dadurch gewonnen, dass die Blutdrucks-, resp. Pulszahlen vor der Reizung in die nach der Reizung dividirt wurden.

Ausser den angeführten Versuchen weist mein Protokoll noch eine Reihe anderer Versuche nach, die, obgleich ihre Endresultate mit den mitgetheilten übereinstimmen, in der Tabelle desshalb keinen Platz finden, weil während derselben keine Blutdruckmessungen vorgenommen wurden.

Die Zahlen der Tabelle zeigen zunächst, dass mit jeder Sistirung der Darmbewegung eine erhebliche Blutdrucksteigerung verbunden ist. Da, wo der Druck trotz der Reizung noch weiter sank, wie bei der 1. Reizung des XVI. Versuches, oder, wo die Drucksteigerung äusserst gering war, wie bei der 1. Reizung des XXXVI. Versuches, erfolgte auch keine Sistirung. Dass grade die ersten Reizversuche negativ ausfielen, hing zunächst davon ab, dass ich anfangs mit schwächern Strömen reizte und erst nach constatirter Erfolglosigkeit die Ströme verstärkte; es muss aber rücksichtlich dessen noch in Erwägung gezogen werden, dass um die Zeit des Beginns der nach Nicotininjection eintretenden zweiten peristaltischen Bewegungen der Blutdruck noch in stetem Sinken begriffen ist, die Darmgefässe sich also noch fortwährend erweitern, dass also gewissermassen ein Widerstand besteht, der die gefässverengernde Wirkung der Splanchnicus-Reizung zum Theile aufhebt. Für den weitern Verlauf der peristaltischen Bewegungen fällt dieser Widerstand grösstentheils weg, da während derselben der Blutdruck sich ziemlich gleich bleibt. Die Pulsverlangsamung, die Asp[1] nach der Reizung des Splanchnicus beobachtete, fand ich, wie die Tabelle I zeigt, nur in einigen wenigen Versuchen, und zwar nicht nur da, wo die Splanchnicus-Reizung länger dauerte, son-

[1] Beobachtungen über Gefässnerven. Arbeiten aus der phys. Anstalt in Leipzig. 1868.

dern auch dort, wo dieselbe nur sehr kurze Zeit währte. In eine nähere Prüfung dieser Erscheinung und der Ursachen, weshalb die Pulsverlangsamung nach Nicotininjection nicht so constant auftritt, wie unter normalen Verhältnissen, bin ich deshalb nicht eingegangen, weil sie dem Zwecke, weshalb ich die jeweilige Pulsfrequenz mit in die Beobachtung aufnahm, ferne lag. Es kam mir nämlich bei meinen Versuchen nur darauf an, zu constatiren, dass die Blutdrucksteigerung im Wesentlichen von dem Verschlusse der kleinen Darmarterien abhänge, nicht aber auf Rechnung einer erheblichen Beschleunigung der Pulsfrequenz zu setzen sei, was, wie man sieht, hier durchaus nicht der Fall ist.

Die Dauer der Splanchnicus-Reizung ist für den Erfolg des Hemmungsversuches nicht massgebend. Aus allen von mir aufgenommenen Blutdrucks-Curven — von denen ich hier (Taf. 1) zwei davon, die eine *C*I mit langer, die andere *C*II mit kurzer Reizungsperiode beigebe — an denen das Verhältniss zwischen Dauer der Reizung und Eintritt der Darmruhe ersichtlich ist, kann man entnehmen, dass Letztere mit der maximalen Steigerung des Blutdrucks zusammenfällt. Bei lange dauernder Reizung, wo das Maximum der Blutdrucksteigerung noch in die Reizungsperiode fällt, findet die Sistirung der Darmbewegung schon während derselben statt; bei kurz dauernder Reizung dagegen, wo die Blutdrucksteigerung erst nach vollendeter Reizung beginnt, fällt die Sistirung nicht mehr in die Reizungsperiode, sondern weit ausserhalb derselben in das Maximum des Blutdrucks.

Die Sistirung der Darmbewegung ist demnach nicht als eine Function der Splanchnicus-Reizung, sondern als eine Function ihrer Wirkung, bestehend in der Verschliessung der Darm-Arterien, aufzufassen.

Für die Reinheit und Beweiskraft des Splanchnicus-Versuches sind so kurz als möglich dauernde Reizungen bei weitem vorzuziehen, nicht allein deshalb, weil die Abhängigkeit der Bewegungssistirung von der Blutdrucksteigerung prägnanter hervortritt, sondern auch, weil bei längerer Reizung der Hemmungseffect durch die motorische Wirkung der Splanchnicus-Reizung getrübt, ja auch verwischt werden kann.

In jenen Fällen, wo der vollkommenen Erschlaffung der Därme noch eine tonische Contraction der Ringmusculatur vorhergeht, fällt letztere sowohl in die Zeit des Ansteigens, als in das Maximum des Blutdrucks. Sobald als letzteres überschritten ist und der Blutdruck allmälig absinkt, tritt auch die Erschlaffung ein.

Meistens sieht man, entsprechend der Blutdrucksteigerung, den Darm mehr weniger erblassen, und zugleich mit dem Sinken des Blutdrucks neuerdings sich röthen. Dass durch die Inspection sich mit dem Steigen des Blutdrucks und der Sistirung der Darmbewegungen auch das Blasswerden des Darms nicht ausnahmslos nachweisen lässt, hängt wohl, gleichwie die wechselnde Farbenveränderung der Niere in den Versuchen von Ludwig und Cyon, von dem ungleichen Tonus und Füllungszustande der kleinen Arterien ab.

Die Ruhe des Darms dauert so lange an, als der Blutdruck sich auf seiner Höhe erhält. Je rascher der Blutdruck absinkt, desto eher kehren die Bewegungen wieder.

Die Verschiedenheit des Ansteigens und Abfallens des Blutdrucks ist bekanntlich nicht allein von der Reizung der vasomotorischen Gebilde, sondern auch von dem jeweiligen tonischen Erregungszustande der Gefässe und Gefässnerven abhängig, und es ist aus diesem Grunde auch anzunehmen, dass die Dauer der Darmruhe nach erfolgter Sistirung der Bewegungen in inniger Beziehung zu dem jeweiligen tonischen Erregungszustande der Gefässe und Gefässnerven stehe.

Mit der Constatirung der innigen Wechselbeziehung zwischen der Hemmung der Darmbewegung und der Steigerung des Blutdrucks nach Splanchnicus-Reizung hat die oben erwähnte Behauptung von S. Mayer und mir wesentlich an Sicherheit gewonnen, und diess um so mehr, als ja dieselbe mit Bezug auf die in Rede stehenden Darmbewegungen durch die Thatsache unterstützt wird, dass hier die Contraction der kleinen Darmarterien gleichbedeutend ist mit der Fortschaffung des die Darmbewegungen unterhaltenden Reizes, d. i. mit der Entfernung des nicotinhältigen Blutes.

Es ist hier der Ort, die Bedeutung des die Sachlage richtig beurtheilenden Ausspruches von Ludwig und Kupfer[1] hervorzuheben, dahin lautend, dass die Hemmungsversuche am Darme „des lebenden Kaninchens deshalb von günstigerem Erfolge begleitet sind, weil derselbe schon während des Lebens aus Gründen bewegt ist, die durch Reizung dieser Nerven zum Schweigen gebracht werden."

Um nun noch weiter zu beweisen, dass die Hemmung der Darmbewegungen nur das Resultat von Vorgängen sei, die sich auf Änderungen der Blutcirculation des Darmes beziehen, musste versucht werden, den Blutzufluss zum Darme in anderer Weise als durch Splanchnicus-Reizung abzusperren.

Aus meinen Untersuchungen mit S. Mayer wusste ich allerdings, dass es nicht selten gelingt, durch Abklemmen der Brustaorta und durch Reizung des Vagus bis zu erfolgtem Herzstillstande die Bewegung des Darms zum Stillstande zu bringen; beide Versuche sind aber für eine unumstössliche Beweisführung schon deshalb nicht ausreichend, weil denselben die erste und unerlässlichste Bedingung, die Constanz des Erfolges, abgeht.

Es fehlt allerdings in meinen Versuchsprotokollen nicht an Fällen, wo nach dem durch Vagusreizung hervorgerufenen Herzstillstand Sistirung der Darmbewegung erfolgte, ich stand aber von einer Wiederholung der betreffenden Versuche ab, weil ich bald in dem Einflusse des Nicotins ein wesentliches Hinderniss erkannte, das doch bekanntlich im Verlaufe seiner Wirkung die Erregbarkeit der Vagusendapparate bedeutend herabsetzt.

Die Compression der Aorta war nur höchst selten von dem gewünschten Erfolge begleitet. Dieser Misserfolg findet, wie ich vermuthe, in dem Umstande seine Begründung, dass die Blutgefässe des Darms während der durch Nicotin hervorgerufenen zweiten peristaltischen Bewegungen sehr weit sind, und dass, begünstigt hiedurch, trotz Compression der Aorta, die Darmgefässe noch eine ziemlich grosse Blutmenge in sich bergen, die genug des reizenden Stoffes enthält, um die Bewegungen zu unterhalten. Es ist ferner die Möglichkeit zu bedenken, dass mit Compression der Aorta der Blutzufluss nicht vollständig genug

[1] Wien. Sitzungsber. Bd. XXV.

abgesperrt ist und auf dem Wege eines sich herstellenden Collateralkreislaufes frische reizende Blutmengen dem Darme noch weiter zugeführt werden.

Ganz abgesehen davon, dass das Resultat der beiden letztgenannten Versuche kein constantes ist, konnten dieselben auch im günstigsten Falle nicht beweisend genug für die Behauptung sein, der Splanchnicus sei kein Hemmungsnerv, sondern die Hemmung beruhe auf der Verhinderung des Blutzuflusses zum Darme. So lange nämlich, als sowohl während der Aorta-Compression als während der Vagusreizung und dem dadurch bedingten Herzstillstande die beiden *Nn. splanchnici* erhalten sind, bleibt die Einwendung möglich, dass in Folge der genannten Eingriffe die centralen Enden der voraussetzlichen hemmenden Fasern der *Nn. splanchnici* gereizt wurden. Die Entscheidung dieser Frage ist daher nur dann möglich, wenn es gelingt, bei den Hemmungsversuchen den Einfluss der *Nn. splanchnici* vollständig zu eliminiren.

II.

Von den reichen Erfahrungen geleitet, die in den letzten Jahren durch Bezold, Ludwig und Thiry, Asp, Owsjanikoff, Heidenhain, Knoll u. A. über das Verhalten der Gefässnerven und ihre Beziehungen zu den vasomotorischen Centren gewonnen wurden, modificirte ich den bekannten Pflüger'schen Fundamentalversuch in der Weise, dass ich die Ursprungsstelle der vasomotorischen Fasern der *Nn. splanchnici*, i. e. das verlängerte Mark, nicht aber, wie dies Pflüger that, das Rückenmark in der Nähe des Austritts der Splanchnicus-Fasern, der Einwirkung des elektrischen Stromes aussetzte. Ich reizte zudem das Halsmark direct — Pflüger verband die stromzuführenden Elektroden blos leitend mit den Dornfortsätzen des 5. oder 6. und 10. oder 11. Brustwirbels — indem ich, wie dies Heidenhain bei seinen Versuchen „über den Einfluss des vasomotorischen Centrums auf die Temperatur“ that, die an ihren, den Knochen und die Musculatur durchsetzenden, Enden

sorgfältigst durch Umhüllung mit Guttaperchapapier isolirten Stahl-Elektroden unterhalb des *tuber occipitale* durchs Hinterhauptbein und durch den Bogen des Atlas ins Halsmark einbohrte. Da ich an curarisirten Thieren arbeitete, genoss ich den Vortheil, dass bei der Reizung kein Tetanus auftrat, der, wie ich dies von vielen andern Versuchen her weiss, die reine Beobachtung nicht nur erschwert, sondern vollkommen unsicher macht. Die Durchtrennung des Halsmarks vermied ich, weil es bei meinen Versuchen doch wesentlich nur darauf ankam, die gesammten Ursprünge der vasomotorischen Nerven während möglichst erhaltener Erregbarkeit des vasomotorischen Centrums zu reizen und in einem möglichst ausgebreiteten Bezirke die Gefässe zur Contraction zu bringen.

Auf die Ausschliessung der oberhalb des vasomotorischen Centrums gelegenen Nervengebilde — die doch Pflüger ebenfalls nicht berücksichtigte — kam es mir gar nicht an, es war aber wichtig, jeden Eingriff zu vermeiden, der eine stärkere Blutung hervorrufen konnte.

Wie zu vermuthen stand, trat, wenn die *Nn. splanchnici* erhalten waren, jedesmal nach Reizung des Halsmarks eine Hemmung der Darmbewegung ein.

Die Reihenfolge der am Darm und an den Gefässen auftretenden Erscheinungen war, wie die Beobachtung und die manometrische Bestimmung des Blutdrucks lehrte, ganz gleich mit der bei Besprechung der directen Splanchnicus-Reizung geschilderten. So wie früher fiel die Ruhe des Darms der Zeit nach in die grösste Höhe des Blutdrucks und es fingen die Darmbewegungen erst dann wieder an, wenn der Blutdruck im Absinken begriffen war. Der einzige Unterschied zwischen dem Effecte der Splanchnicus-Reizung und dem der Halsmarks-Reizung besteht darin, dass nach letzterer die maximale Blutdrucksteigerung sowohl als die Ruhe der Därme bedeutend länger anhält, als nach ersterer.

Für die der Darmruhe vorhergehenden motorischen Erscheinungen muss schon wegen der grossen Entfernung des Darms von der gereizten Stelle die Wirkung von Stromschleifen entschieden in Abrede gestellt werden. Ebensowenig konnten für die Hemmung unipolare, auf den Splanchnicus sich erstrek-

kende Wirkungen ins Spiel kommen, da zudem die Elektroden — soweit sie nicht das Halsmark durchsetzten — sorgfältigst isolirt waren.

Durchschneidet man die *Nn. splanchnici* oberhalb ihres Durchschnitts durch das Zwerchfell und reizt in derselben Weise wie vorher das verlängerte Mark während die Därme in Bewegung begriffen sind, so beobachtet man ebenfalls einen hierauf folgenden Stillstand der Darmbewegungen, es tritt aber dieser Erfolg nicht bei allen Versuchsthieren so constant auf, wie die Hemmung nach Reizung der Splanchnicus, oder die Hemmung nach Reizung des verlängerten Marks während Erhaltung der beiden *Nn. splanchnici*. Diesen verschiedenen Erfolgen entsprachen auch verschiedene durch Messung des Blutdrucks erhaltene Resultate. In jenen Fällen nämlich, wo der Darm zur Ruhe kam, war die Blutdrucksteigerung eine beträchtliche, dort aber, wo keine Hemmung eintrat, sondern die Därme sich unbehindert fortbewegten, war auch die Blutdrucksteigerung eine geringere.

Der Erfolg der Halsmarkreizung nach Durchschneidung der *Nn. splanchnici*, insoweit er sich auf die Blutdrucksteigerung bezieht, findet seine Erklärung in den Untersuchungen von Asp, aus denen hervorgeht, dass beim Hunde wenigstens die Bedeutung des *Nervus splanchnicus* als Gefässnerven nicht so sehr die übrigen gefässverengernden Nerven überwiegt, wie dies beim Kaninchen zu sein scheint. Einen Beleg für diese Behauptung liefern auch die Zahlen in Tabelle II, die sich auf die Versuche beziehen, in denen das Halsmark nach Durchschneidung der *Nn. splanchnici* gereizt wurde.

Wie man sieht, variiren dieselben innerhalb ziemlich weiter Grenzen. Während im XXVI. Versuche die Blutdrucksteigerung nach der Reizung mehr als das Vierfache des ursprünglichen Blutdrucks beträgt, ist die Blutdrucksteigerung in den anderen Versuchen hiemit in Vergleich gezogen verhältnissmässig sehr gering. Wenn man meine Angaben mit den bezüglichen von Knoll [1] vergleicht, findet man in letzteren als Effect der 6. Rei-

[1] Über den Einfluss des Halsmarks auf die Schlagzahl des Herzens. Wien. Sitzungsber. LXVI. Bd. 1872.

zung des XI. Versuches ebenfalls eine vierfache Blutdrucksteigerung, nämlich von 24 Mm. *Hg.* bis auf 106 Mm. *Hg.* Ich führe dies an, um auf die Gleichwerthigkeit meiner Versuche mit andern, die doch jedenfalls als Controlsversuche gelten können, hinzuweisen. Hiebei muss ich übrigens noch bemerken, dass Knoll den peripheren Halsmarkstumpf reizte, während meine Versuche sich auf Reizung des intacten Halsmarks beziehen, was bekanntlich für das Ausfallen der Drucksteigerung nicht ohne Bedeutung ist. Die niedern Verhältnisszahlen bedürfen selbstverständlich keiner weitern Stütze durch fremde Controlversuche, denn sie sind genügend durch den Ausfall der *Nn. splanchnici* erklärt.

Der Ausfall der *Nn. splanchnici* macht es schwierig, aus den für den Blutdruck gewonnenen Werthen bindende Schlüsse für den Contractionszustand der Darmgefässe zu ziehen, denn die Werthe, die bei der Halsmark-Reizung nach Durchschneidung der *Nn. splanchnici* gewonnen werden, drücken gewissermassen nur den Rest des Erregungszustandes der Gefässe aus, der nach Ausschaltung der *Nn. splanchnici* übrig bleibt, während in den Werthen, die durch directe Splanchnicus-Reizung gewonnen werden, in bestimmter Weise der Erregungszustand eines begrenzten Gefässbezirkes — und gerade desjenigen, der für die Hemmung der Darmbewegung in Betracht kommt — sich ausspricht. Für die Versuche, in denen die Blutdrucksteigerung eine sehr beträchtliche ist, kann wohl die Betheiligung der Darmgefässe an derselben nicht geläugnet werden, es ist dieselbe aber auch für jene nicht vollkommen auszuschliessen, wo die Blutdrucksteigerung verhältnissmässig gering ist. Es lehren nämlich rücksichtlich dessen die Untersuchungen von Asp, dass nicht blos die *Nn. splanchnici majores* und *minores*, sondern sämmtliche Wurzeln des Grenzstrangs Fasern enthalten, welche die Arterien des Unterleibs in ausgedehntem Masse zu verengern vermögen, und dass der Ausfall der *Nn. splanchnici* durch andere Gefässnerven, die vom Lendenmarke aus zu den Unterleibsgefässen treten, ersetzt wird.

Nach dem Erwähnten ist nun allerdings sichergestellt, dass nach Durchschneidung der *Nn. splanchnici* das Abhängigkeitsverhältniss zwischen den Gefässen

des Unterleibs und dem Gefässnervencentrum durchaus nicht aufgehoben erscheint, es kann aber ebensowenig in Abrede gestellt werden, dass nach Massgabe des Übergewichtes der im Splanchnicus enthaltenen vasomotorischen Fasern bei verschiedenen Thieren auch dieses Abhängigkeitsverhältniss verschieden ist.

Hierin liegt der Schlüssel zur Erklärung des jeweiligen Erfolges und Misserfolges des auf letztere Weise angestellten Hemmungsversuches. Dort nämlich, wo der Ausfall der *Nn. splanchnici* hinreichend ersetzt wird, wo also die Darmgefässe zum vollkommenen Verschluss gebracht werden, wie man dies vor Allem im XXVI. Versuche — wo auch die Blässe des Darms während der Ruhe deutlich ausgesprochen erschien — aber auch in der 2. Reizung des XXV. und der 1. Reizung des XXX. Versuches annehmen darf, wurde die Bewegung des Darms sistirt; in den übrigen Versuchen, wo, wie die niedrigen Verhältnisszahlen — von denen man zudem, wie auch von den frühern, einen nicht näher bestimmbaren, der Contraction anderer Arterien entsprechenden Werth in Abzug bringen muss — aussagen, die Darmgefässe sich nur wenig, vielleicht auch gar nicht contrahirten, blieb die Sistisung der Darmbewegung aus.

Ist diese Erklärung richtig, d. h. sind, wenn die Hemmung ausbleibt, die die Darmgefässe beherrschenden motorischen Einflüsse zu gering und die Gefässcontractionen nicht kräftig genug, um jene Arbeit aufzubringen, die nöthig ist, um nicht nur den Gefässinhalt auszutreiben, sondern auch die andringenden Blutwellen in ihrem Laufe aufzuhalten, dann musste es möglich sein, die Bedingungen für den Hemmungserfolg dadurch günstiger zu gestalten, dass man im Verhältniss zur geringen Leistungsfähigkeit der Gefässmusculatur die von derselben zu überwindenden Widerstände möglichst herabsetzt. Dies geschieht, wenn man während der Reizung des Halsmarks die Brust-Aorta comprimirt. Durch diesen Eingriff wird nämlich die Triebkraft des Herzens für die Darm-Arterien vollständig eliminirt und die von der Gefässmusculatur zu leistende Arbeit nur auf ein Geringes — auf die Austreibung des Blutes — reducirt.

Die Stichhältigkeit dieser Erklärung wurde durch den directen Versuch vollkommen bestätigt.

Reizt man nämlich während der Compression der Aorta — ein Eingriff, der die Bewegung nur anfangs beruhigt, aber später nicht weiter beeinflusst, und den ich nach dem Vorgange von Ludwig und Thiry in der Weise ausführte, dass ich eine um die Aorta gelegte Fadenschlinge fest anzog — das Halsmark, so tritt oft selbst in jenen Versuchen die Hemmung der Darmbewegung ein, wo vor der Aorten-Compression die Reizung erfolglos blieb. Nur darf man während der Dauer einer Aorten-Compression den Versuch nicht oft und nicht kurz nacheinander wiederholen, weil sonst die spätern Reizungen ebenfalls erfolglos bleiben. Am allerbesten verfährt man, wenn man einige Secunden nach der Aorten-Compression — zu dieser Zeit sind die Bewegungen regelmässig im Gange — das Halsmark reizt, bald nachdem man sich von dem eingetretenen Stillstande überzeugt hat, die Compression löst und vor Wiederholung des Versuches den Darm sowohl als das Halsmark sich von den Folgen der Aorten-Compression und der elektrischen Reizung erholen lässt. In solcher Weise angestellt, kann man an einem und demselben Thiere den Versuch oft 10—20mal mit gleich eclatantem Erfolge wiederholen.

Beiläufig muss hier bemerkt werden, dass auch dieser Versuch als Beweis dafür zu gelten hat, dass es sich bei der Hemmungswirkung der Halsmarkreizung nach Durchschneidung der *Nn. splanchnici* nicht um unipolare Wirkungen handeln könne, da doch vor und nach der Compression der Aorta sich die elektrischen Leitungsverhältnisse vollständig gleich bleiben.

Übereinstimmend mit dem geschilderten Erfolge zeigt die während Compression der Aorta und Halsmuskelreizung an der *Art. cruralis* vorgenommene Messung des Blutdrucks — siehe *C*IV — eine — wie sich wohl nicht anders erwarten lässt — äusserst geringe Blutdrucksteigerung. Dass letztere, die man gleichfalls nur als den Ausdruck eines vermehrten Widerstandes auffassen muss, der sich infolge der Verschliessung der kleinen Arterien dem Abflusse des Blutes aus dem Stromgebiete des abgeklemmten Aortastammes in die Capillaren entgegenstellt, nur eine sehr geringe sein kann, ergibt sich daraus, dass in dem Producte aus

der Triebkraft, die das Blut in Bewegung setzt, und dem Widerstand, welcher derselben in den Gefässen entgegengesetzt wird, während der Aorten-Compression der erste Factor in Folge des Ausfalls der Triebkraft des Herzens auf ein äusserst geringes Mass, das der Elasticität und Contractilität der Arterienwände entspricht, reducirt ist, und demnach die verzeichnete Blutdrucksteigerung nur auf den zweiten Factor, der dem vermehrten Widerstand in den kleinen Arterien entspricht, sich bezieht. Dass letzterer ziemlich bedeutend ist, zeigen in Tabelle II die Verhältnisszahlen der 3., 4. und 5. Reizung des XXXIII. Versuches.

Da nun sowohl die Versuche, wo der Splanchnicus direct, oder das Halsmark während Erhaltung der *Nn. splanchnici* gereizt wurde, als auch die letztern Versuche, wo während der Reizung die *Nn. splanchnici* vollständig eliminirt waren, übereinstimmend darthun, dass die Hemmung der Darmbewegung stets im Gefolge einer Contraction der Darmgefässe auftritt, so muss man auch die Behauptung als vollkommen erwiesen ansehen, dass die im Gang begriffenen Darmbewegungen deshalb aufhören, weil durch Verschliessung der Darm-Arterien die motorischen Reize für den Darm entfernt werden und dass bei der Hemmungswirkung des Splanchnicus nur die vasomotorischen Eigenschaften dieser Nerven zur Geltung kommen.

Es bleibt allerdings noch die Annahme übrig, dass möglicherweise ausser dem *Nervus splanchnicus* noch andere Hemmungsnerven für den Darm existiren. Von dieser Annahme wird aber keineswegs die Behauptung berührt, dass der Splanchnicus kein Hemmungsnerv sei für den Darm, wie der Vagus für das Herz.

Während der Halsmarkreizung nach Durchschneidung der *Nn. splanchnici* fällt es auf, dass die der Ruhe des Darms vorangehenden Bewegungserscheinungen zumeist ganz ausbleiben oder sehr schwach sind. Es lässt sich diese Thatsache nicht mit Sicherheit erklären, weil unsere Kenntnisse von dem motorischen Einfluss des Centralnervensystems auf den Darm noch ziemlich mangelhaft sind. Es kann aber — mit einigem Rechte — angenommen werden, dieser Mangel der Bewe-

gungserscheinungen beruhe darauf, dass mit der Durchschneidung der *Nn. vagi* und *splanchnici* zwei erwiesene motorische Einflüsse ausser Spiel gesetzt werden. Diese Annahme steht auch vollkommen im Einklange mit der Ansicht, die ich oben gelegentlich der Discussion der dem Stillstande vorangehenden motorischen Erscheinungen ausgesprochen habe.

Wie die Pulszahlen in Tabelle II zeigen, ist nach Reizung des Halsmarks in der Mehrzahl der Fälle die Pulsfrequenz beschleunigt.

Gestattet allerdings, wie dies Knoll bei der Besprechung der Versuche von Bezold — der, so wie ich es that, die Elektroden ins Halsmark einbohrte — auseinandersetzt, meine Versuchsanordnung nicht, die Pulsbeschleunigung mit Sicherheit auf die Reizung des Halsmarks zu beziehen, so muss ich doch bemerken, dass grade meine Versuche durchaus nicht wie diejenigen Bezold's den Angaben Knoll's widersprechen, sondern dieselben vielmehr bestätigen. Die Halsmarkreizungen, die ich vornahm, beziehen sich auf einen Zeitraum, zu dem, wie dies die Untersuchungen Traube's und meine Untersuchungen mit Oser darthun, der Puls in Folge der Nicotineinwirkung grossentheils verlangsamt ist, und wenn nun der Versuch ergibt, dass während dieser Zeit die Reizung des undurchschnittenen Halsmarks die Pulsfrequenz vermehrt, so ist dies doch mit ein Beweis für die Behauptung von Knoll, dass bei der Halsmarkreizung nur der durch einen vorhergehenden Eingriff verlangsamte Herzschlag eine Beschleunigung erfährt.

In derselben Weise wie die elektrische Reizung des Halsmarks wirkt, wie dies schon durch die Untersuchungen von S. Mayer und mir dargethan wurde, das Aussetzen der Respiration hemmend auf die Darmbewegungen, und zwar, wie man jetzt mit Bestimmtheit behaupten kann, deshalb, weil das dispnoïsche Blut das Gefässnervencentrum erregt. Die Hemmung der Bewegung tritt aber nur dann ein, wenn das Halsmark intact ist. Nach Durchschneidung desselben ist es nicht mehr möglich, durch Aussetzen der Respiration die durch Nicotin hervorgerufenen peristaltischen Bewegungen zur Ruhe zu bringen. Die Durchschneidung der *Nn. splanchnici* hindert

— was für die Richtigkeit meiner Behauptung von wesentlicher Bedeutung ist — nicht den Hemmungserfolg. In Übereinstimmung hiemit lehrt die Messung des Blutdrucks, dass, so oft die Hemmung der Darmbewegung auftritt, auch der Blutdruck beträchtlich ansteigt, dass aber die Blutdrucksteigerung unterbleibt, wenn die Bewegungen nicht sistirt werden. Die Reihenfolge der am Darme zu beobachtenden Erscheinungen ist hiebei ganz dieselbe, wie ich sie früher beschrieben.

Noch auffallender und von verlässlich constantem Erfolge begleitet ist die Injection kleiner Nicotinmengen, wenn man dieselbe vornimmt, während die Därme in Bewegung begriffen sind. Hiebei ist es gleichgiltig, ob diese Bewegung eine spontane ist, oder ob sie einer vorhergegangenen Nicotininjection ihre Entstehung verdankt.

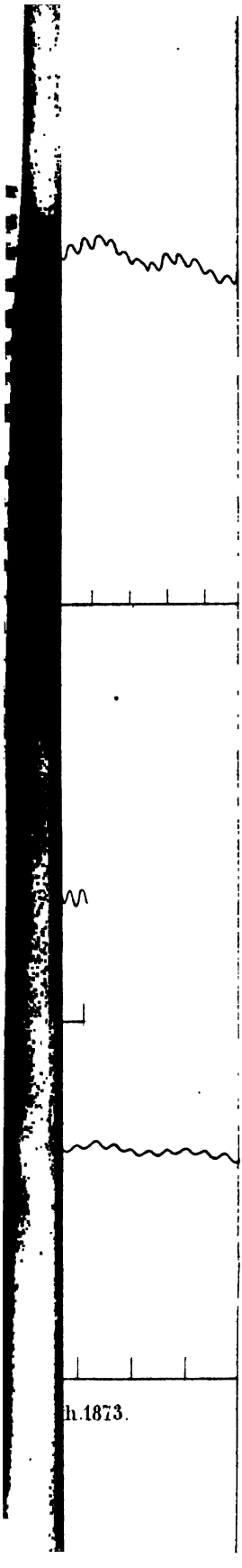
Immer zeigt sich als unmittelbare Wirkung der Nicotininjection ein heftiger Bewegungsstoss, dem unmittelbar Stillstand der bewegten Darmschlingen folgt. Zu Beginn des Stillstandes sind die Ringmuskelfasern ziemlich lange Zeit tonisch contrahirt, und es ist diese Contraction so energisch, dass der Darm wie im Tetanus begriffen erscheint. Allmälig aber löst sich derselbe und die Därme erschlaffen vollständig.

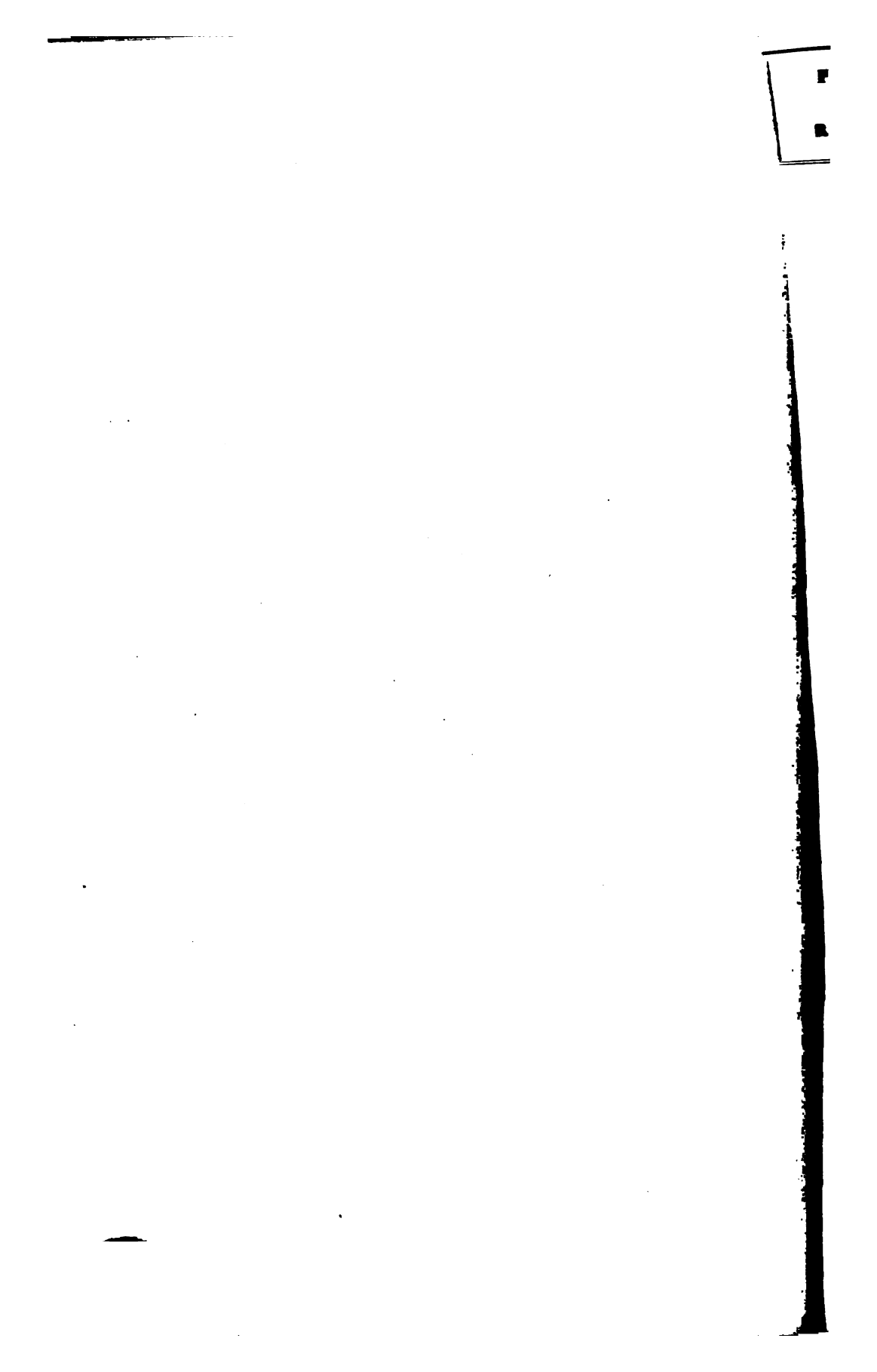
Wie ersichtlich, hat man hier die gleiche Erscheinungsreihe vor sich, die sowohl nach directer Reizung der Splanchnicus, als nach Reizung des Halsmarks während Erhaltung der *Nn. splanchnici* zur Beobachtung kommt, mit dem Unterschiede nur, dass die einzelnen Glieder derselben zeitlich mehr auseinanderrücken und das Gesammtbild gewissermassen ausgedehnter erscheint.

Die früher angeführte Annahme, dass die der vollständigen Erschlaffung des Darms vorhergehenden motorischen Erscheinungen einerseits auf Rechnung der motorischen Einflüsse zu setzen seien, die zugleich mit den hemmenden zur Wirkung gelangen, andererseits aber als eine Folge des ungleichen Verhaltens der Ring- und Längsmuskelfasern den hemmenden Einflüssen gegenüber aufzufassen sei, kann auch für die eben angeführten durch Dispnoë und Nicotin hervorgerufenen Hemmungserscheinungen aufrecht erhalten werden. Sowie bei der

directen Splanchnicus-Reizung kommen auch hier motoris Einflüsse auf die Darmmusculatur und hemmende, bedi durch die Contraction der Gefässe, gleichzeitig zur Geltung. in Rede stehenden Erscheinungen lauten überdies der erwähn Annahme insoferne günstiger, als hier die der Erschlaff vorangehenden motorischen Erscheinungen nicht auf anderweit Ursachen bezogen werden können, wie dies in jenen V suchen der Fall ist, wo elektrische Reize zur Anwend kommen.

Die Hemmungswirkung, die nach der Nicotininject eintritt, bleibt sich vollständig gleich, man mag das H mark durchschnitten haben oder nicht, oder es mögen *Splanchnici* erhalten oder eliminirt sein. Der vasomotoris Einfluss des Nicotins ist eben, wie dies schon meine Unt suchungen mit Oser gelehrt haben und wie ich mich du erneuerte Versuche, in denen ich zugleich Blutdruckmess gen vornahm, überzeugte, ein so mächtiger, dass unter de selben die kleinen Arterien unter allen Umständen zum V schluss gelangen.


h.1873.



Puls nach Reizung.	Verhältniss nach und vor Reizung.	Bemerkungen.
—	—	1. Keine Sistirung — leichte Bewegungsverstärkung.
—	—	2. Deutliche Sistirung — motor. Erscheinung vorher sehr ausgesprochen.
6	1·00	3. Der gleiche Effect wie früher.
7	1·00	4. „ „ „ „ „
7	1·00	5. „ „ „ „ „
5	0·7	1. Einige Schlingen in ihrer Bewegung sistirt.
4	0·8	2. Deutliche Sistirung aller sichtbaren Bewegungen — vorhergehende motorische Erscheinung deutlich ausgesprochen.
8	1·0	3. Wirkung wie früher.
8	0·8	4. „ „ „
9	1·0	5. „ „ „
9	1·0	6. „ „ „
12	0·8	1. Keine Sistirung. NB.: Unmittelbar nach der Reizung sinkt der Blutdruck auf 118 Mm. und erhebt sich erst später auf 127 Mm. *Hg*.
12	1·0	2. Blutdruck steigt erst 7″ nach der Reizung — um diese Zeit tritt auch Sistirung ein.
10	0·9	3. Blutdruck steigt schon während der Reizung — Sistirung erfolgt 2″—3″ nach Reizung.
9	0·9	4. Sistirung erfolgt 1½″ nach Reizung.
11	1·0	5. Sistirung erfolgt 4″ nach Reizung.
12	1·0	6. Sistirung erfolgt 4″ nach Reizung.

	Puls nach Reizung.	Verhältniss nach und vor Reizung.	Bemerkungen.
	—	—	1. Deutliche Sistirung der Darmbewegung.
	12	1·2	2. Keine Sistirung, Darmbewegung dauert fort.
	13	1·18	3. Deutliche, kurzdauernde Sistirung.
	15	1·5	1. Sistirung über 3′ anhaltend.
	14	1·5	2. Sistirung nahezu 2′ andauernd.
	13	1·08	3. Sistirung 23″ andauernd.
	16	1·14	1. Sistirung deutlich.
	17	1·3	2. Keine Sistirung — Darmbewegung beruhigt.
	15	1·0	3. Keine Sistirung.
	14	1·0	4. Keine Sistirung.
	—	—	5. Deutliche Sistirung.
	—	—	6. Deutliche Sistirung. NB.: Hierauf wurden die Darmbewegungen noch mehr als 10 Mal durch Halsmarkreizung sistirt.
	15	1·0	1. Keine Sistirung.
	15	1·0	2. Keine Sistirung.
	—	—	3. Deutliche, kurzdauernde Sistirung.
	—	—	4. Deutliche Sistirung.
	—	—	5. Deutliche Sistirung. NB.: Hierauf wurden die Darmbewegungen noch mehr als 15 Mal durch Halsmarkreizung sistirt.

Erklärung der Abbildungen.

Curve I und II beziehen sich auf Versuche, in denen der Splanchnicus direct gereizt wurde.

Curve III und IV beziehen sich auf Versuche, in denen das Halsmark nach vorangegangener Durchschneidung der beiden *Nn. splanchnici* gereizt wurde. Bei CIV war die Aorta comprimirt.

Bei sämmtlichen Versuchen, auf die sich die Curven beziehen, wurde der Blutdruck an der *Art. cruralis* bestimmt; die Curven selbst wurden sämmtlich mit dem Quecksilbermanometer verzeichnet.

R bedeutet Darmruhe.

Die einzelnen Abscessen-Segmente entsprechen Sekunden,

Der Widerstand der Gefässwände im normalen Zustande und während der Entzündung.

Von **Felix v. Winiwarter**, Stud. med.
(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

(Mit 1 Tafel.)

Nachdem Stricker rothe Blutkörperchen durch die Wandung der Gefässe hatte durchtreten sehen, und nachdem es durch die Arbeiten von Cohnheim zur allgemeinen Anerkennung gebracht worden war, dass weisse Blutkörperchen während des Entzündungsprocesses in grosser Masse durch die Wandungen der Gefässe ohne sichtbare Ruptur derselben, also nach dem Ausdrucke der alten Pathologen per diapedesim austraten, während sie dies im Normalstande nicht thun, musste die Frage aufgeworfen werden, auf welche Weise erfolgt dieser Austritt und wie ist er etwa in einer krankhaften Veränderung der Gefässwände begründet.

Es war von vorneherein klar, dass die normalen Gefässe nicht etwa kleine Löcher besitzen, an welchen die Blutkörperchen für gewöhnlich vorübergehen, durch welche sie sich aber auch unter Umständen hindurchdrängen können, denn vieljährige Erfahrungen über Injectionen mit löslichem Berlinerblau, das in die feinsten Öffnungen und Canäle eindringt, hatten gezeigt, dass sich nach ihnen der Contour der Gefässwand, auch der der Capillaren, in der Regel durchaus rein und intact zeigt. Indessen hatte schon Hering gefunden, dass sich auch durch die normale Gefässwand colloide Substanzen hindurchdrängen lassen; er injicirte curarisirte Frösche unter dem Mikroskope mit verschiedenen Colloidsubstanzen und konnte Extravasation derselben

beobachten. Dieselbe erwies sich nicht so sehr abhängig von der Höhe als von der Dauer des Druckes, eine Thatsache, die darauf hindeutet, dass der Austritt weder ohne weiters durch vorhandene Öffnungen erfolgte, noch durch plötzliches Entstehen von solchen, sondern vielmehr durch langsames, locales Überwinden eines vorhandenen Widerstandes.

Ich stellte mir nun zunächst die Aufgabe, die Widerstandsfähigkeit der Gefässwände in entzündeten Partien mit der in normalen zu vergleichen. Die Versuche wurden am Mesenterium des Frosches angestellt und die Entzündung durch Cantharidin hervorgerufen. Die käufliche Canthariden-Tinctur der Apotheke wurde zur gänzlichen Entfernung des Alkohols abgedampft und der Rückstand in destillirtem Wasser suspendirt. Mit dieser Masse wurde das Mesenterium des aus einer Bauchwunde behutsam hervorgezogenen Darms mehrmals bepinselt, dann der Darm in die Bauchhöhle zurückgebracht und die Bauchwunde durch die blutige Naht geschlossen. Das Thier wurde am nächsten Tage injicirt und zum Vergleiche jedesmal auch ein gesundes. Ich injicirte nun sowohl in die Gefässe des entzündeten Mesenteriums als auch in die Mesenterialgefässe gesunder Frösche dieselbe Injectionsmasse, bestehend aus Wasser, löslichem Berlinerblau und so viel Leim, dass die Masse bei Zimmertemperatur nur langsam, etwa erst nach einer Stunde, gelatinirte.

Meine Versuche wurden sämmtlich an Sommerfröschen angestellt, und sowohl bei den Versuchen an gesunden als bei den an krank gemachten Thieren, gleiche Zeiten, 3—5 Minuten, verwendet. Um auch den Injectionsdruck möglichst gleich zu machen, bediente ich mich nicht der Spritze, sondern des Hering'schen Injectionsapparates mit constantem Drucke. Ich begann mit einem Drucke von 140 Millimetern Quecksilber und ging bis zu einem Drucke von 25 Millimetern Quecksilber herab.

Das Resultat dieser an beiläufig 70 Fröschen vorgenommenen Injectionen lautete dahin, dass sowohl im normalen als auch im entzündeten Mesenterium Injectionsmasse durch die Wand hindurchtritt, dass sich aber insofern ein wesentlicher Unterschied zeigt, als im entzündeten die Austritte von Injectionsmasse

häufiger und umfangreicher sind und dass sie sich bis zu dem niedrigsten Drucke, den ich in Anwendung brachte, dem von 25 Millimeter Quecksilber, verfolgen lassen, während im normalen nur in den Fällen Austritte beobachtet wurden, in welchen der Druck 70 Millimeter überschritten hatte.

Bei einem Drucke von 70 Millimeter, der im normalen Mesenterium noch gar keine Austritte ergab, waren dieselben im entzündeten schon äusserst zahlreich, wie es die Fig. 1 zeigt. Die Gefässe sind hier vollgestopft mit rothen Blutkörperchen und in den zahlreichen Austritten sieht man sowohl die Injectionsmasse als auch die Blutkörperchen, welche mit derselben ausgetreten sind. Bei sehr hohem Drucke verbreitet sich die Injectionsmasse in den interstitiellen Gewebräumen, welche das Quellgebiet der Lymphgefässe darstellen.

Ich habe dies auf Fig. 2*a* bildlich dargestellt. Die Figur ist einem entzündeten Mesenterium entnommen, das bei 140 Millimeter Druck injicirt wurde. Im normalen Mesenterium habe ich auch bei so hohem Drucke niemals eine ähnliche Verbreitung der Injectionsmasse gesehen, sondern nur vereinzelte Austritte, welche theils, wie der Augenschein lehrte, durch Ruptur entstanden waren, theils nur in einer geringen Menge von Injectionsmasse bestanden, welche ähnlich wie in Figur 1 nur eine kurze Strecke in das umgebende Gewebe eingedrungen war.

Eine andere Reihe von Versuchen habe ich in der Weise angestellt, dass die Frösche durch ihre Herzthätigkeit selbst die Injectionsmasse in ihre Gefässe hineinpumpten. Ich verband eine Glasröhre, die unten in einen feinen umgebogenen Schnabel ausging, an ihrem oberen Ende mit einem Kautschukschlauche, der, nachdem die Röhre mit Injectionsmasse gefüllt war, mittelst Quetschhahns geschlossen wurde. Der Schnabel wird in die Vena cava des lebenden Frosches gebracht, der Quetschhahn geöffnet und so die Masse in den rechten Vorhof hinabgelassen, von wo sie in das Herz übergeht und von diesem in die Gefässe getrieben wird. Für diese Versuche müssen die Frösche noch gut bei Kräften sein, damit das Herz sich noch hinreichend lange und kräftig contrahire. Ich nahm deshalb hier die Injection nicht erst am anderen Tage vor, sondern sobald sich die

Entzündung hinreichend entwickelt hatte. Um sie rascher zur Entwicklung zu bringen, wendete ich eine grössere Menge von Cantharidin an. Auch darf bei diesen Versuchen die Injectionsmasse nicht gewärmt sein, weil das Herz sonst nach ein paar raschen Contractionen stillsteht. Es musste deshalb auch hier eine Injectionsmasse mit geringerem Leimzusatze angewendet werden, als bei den früheren Versuchen. Bei diesen Vorsichtsmassregeln ist es doch nicht immer möglich, eine vollkommene Injection zu erhalten; denn auch das Herz eines mittelgrossen kräftigen Frosches macht in der Regel nicht mehr als 8 bis 9 Contractionen, nachdem es sich mit der Masse gefüllt hat. Doch gelang es mir, einige gute Injectionen sowohl von entzündeten als normalen Mesenterien herzustellen. Nur an entzündeten zeigten sich Austritte. Die Injectionsmasse bot in ihnen das Bild zarter Fäden dar, welche manchmal ein oder mehrere Blutkörperchen umschlossen, wie dies auf Fig. 2*b* nach der Natur abgebildet ist.

Blicken wir auf das Gesammtresultat der Versuche zurück, so erweisen sie, dass im entzündeten Mesenterium durch eine vis a tergo Austritte veranlasst werden, welche im normalen keine hervorbringt, und dass eine vis a tergo, welche im Stande ist, auch im normalen Mesenterium Austritte hervorzubringen, im entzündeten deren viel zahlreichere und grössere hervorbringt. Wenn man hieraus schliesst, dass die Gefässe im entzündeten Zustande einen geringeren Widerstand darbieten als im normalen, so darf man nicht übersehen, dass zwar die vis a tergo im Versuche und Gegenversuche gleichgemacht werden konnte, dass aber doch der Seitendruck an Ort und Stelle nicht gleich war. Im entzündeten Gewebe, in dem die Gefässe mit Blutkörperchen vollgestopft sind, findet die Injectionsmasse einen grösseren Widerstand als in normalen Gefässen, und in Folge dessen muss bei gleicher vis a tergo der Seitendruck an Ort und Stelle ein höherer werden.

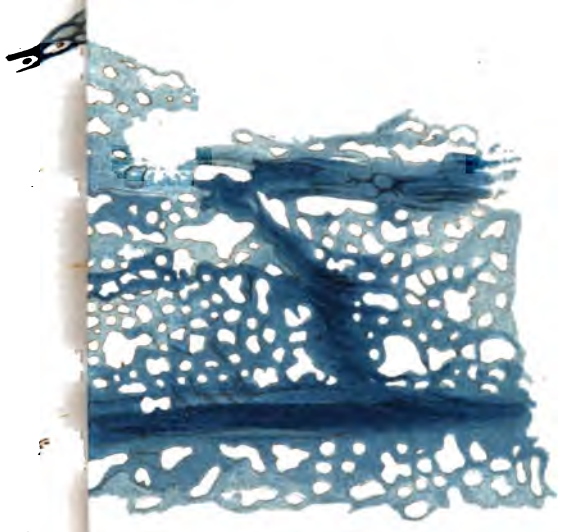
In der That überzeugt man sich beim Injiciren durch den Augenschein, dass die Injectionsmasse in den Gefässen des entzündeten Mesenterium weniger frei und leicht fortschreitet als in denen des gesunden, ein Verhalten, das in gleicher Weise im entzündeten lebenden Gefässe das Blut zeigen muss.

Wenn man aber berücksichtigt, dass im entzündeten Mesenterium schon bei 25 Millimeter Injectionsdruck Austritte beobachtet wurden und im gesunden Mesenterium erst dann, wenn der Injectionsdruck 70 Millimeter überschritt, so muss man es immerhin für höchst wahrscheinlich halten, dass auch die Gefässwandung selbst durch den Krankheitsprocess eine wesentliche Veränderung erlitten habe, infolge derer sie dem Durchtritte von Injectionsmasse und von rothen und weissen Blutkörpern weniger Widerstand entgegensetzt als im Normalzustande.

Leider habe ich die neuesten Untersuchungen von Cohnheim über die Entzündung erst gelesen, als meine Arbeit bereits im Drucke war, und ich füge daher nachträglich bei, dass Cohnheim durch seine Untersuchungen an lebenden entzündeten Gefässen ebenfalls zu dem Schlusse gelangt, dass die Gefässwandung selbst wesentliche Veränderungen erleidet, deren Art jedoch er anzugeben nicht im Stande ist.

Wizniv

2.a



e

2.b

Gez v

Aus der k k Hof-u Staatsdruckerei

XVII. SITZUNG VOM 19. JUNI 1873.

Der Secretär legt zwei Denkmünzen vor, wovon die eine aus Anlass der Säcularfeier der k. belgischen Akademie der Wissenschaften und Künste, und die andere zur Erinnerung an den tausendjährigen Bestand des norwegischen Reiches geprägt worden ist. Erstere wurde von der Akademie zu Brüssel und letztere von der Universität zu Christiania eingesendet.

Derselbe legt ferner folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Normaler Blüthen-Kalender von Österreich-Ungarn. Reducirt auf Wien". III. Theil, vom Herrn Vice-Director K. Fritsch in Salzburg.

„Beiträge zur Chemie der Knochen", von den Herren Professor Dr. R. Maly und Dr. Jul. Donath in Innsbruck.

„Über eine neue Curve sechsten Grades", vom Herrn Jos. Weselý, Bibliothekar der polytechnischen Institute in Prag.

„Über einige Anwendungen der Luftreibung bei Messinstrumenten", vom Herrn Prof. A. Toepler in Graz.

Diese Mittheilung ist für den Anzeiger bestimmt.

Herr Prof. Dr. Ed. Suess legt eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung: „Die Erdbeben Nieder-Österreichs", vor.

Herr Dr. Joh. Holetschek, Assistent an der k. k. Wiener Sternwarte, überreicht eine Abhandlung: „Bahnbestimmung des ersten Kometen vom Jahre 1871".

Herr Dr. K. Heitzmann theilt die Ergebnisse von Versuchen über die Wirkung der Milchsäurefütterung auf Thiere mit.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Anstalt, k. ungar. geologische: Mittheilungen aus dem Jahrbuche. I. Band, 2. Heft. Pest, 1872; gr. 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 17. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1943—1944. (Bd. 81. 23—24.) Altona, 1873; 4°.

Ateneo Veneto: Atti. Serie II. Vol. VIII. 1870—71. Venezia, 1873; 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N.P. Tome XLVII. Nr. 185. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

Christiania, Universität: Akademische Schriften aus den Jahren 1869—1872. 4° & 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI, Nr. 22. Paris, 1873; 4°.

Gerdts, A. E., Rationelle Heilung des Stotterns und Kräftigung der Sprachorgane zur Selbsthilfe. Siegburg, 1873; 8°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XVI (neuer Folge VI), Nr. 5. Wien, 1873; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 23—24. Wien, 1873; 4°.

Hirsch, A., et E. Plantamour, Nivellement de précision de la Suisse exécuté par la Commission géodésique fédérale. 4e Livraison. Genève, Bale, Lyon, 1873; 4°.

Hoffmann, Joseph, Das Wiener k. k. allgemeine Krankenhaus. Wien, 1873; 8°.

Institut, Königl. Preuss. geodätisches: Astronomisch-geodätische Arbeiten im Jahre 1871. Leipzig, 1873; 4°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo II°, Serie IV°, Disp. 6ª. Venezia, 1872—73; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 12. Graz, 1873; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k. in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1873, Nr. 9. Wien; 8°.

Liais, Emmanuel, Climats, Géologie, Faune et Géographie botanique du Brésil. Paris, 1872; gr. 8°.

Nature. Nrs. 188—189, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Prochaska, A., die Firma Joh. Dav. Starck, und ihre Berg-Mineral-Werke und Fabriken. Pilsen, 1873; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ IIe Année, 2e Série, Nrs. 49—50. Paris, 1873; 4^0.

Société géologique de France: Bulletin. 2e Série, Tome XXIX. 1872. Nrs. 1—7; 3e Série, Tome Ier. 1873. Nrs. 1—2. Paris; 8^0.

Society, The Royal Dublin: Journal. Vol. VI, Nr. 2. Dublin, 1872; 8^0.

Verein für siebenbürgische Landeskunde: Archiv. N. F. X. Bd., 2. & 3. Heft. Hermannstadt, 1872; 8^0. — Jahresbericht für das Vereinsjahr 1871/72. Hermannstadt; 8^0.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang Nr. 24. Wien, 1873; 4^0.

XVIII. SITZUNG VOM 26. JUNI 1873.

Herr Dr. K. Heitzmann legt eine Abhandlung: „Über die Lebens-Phasen des Protoplasmas“ vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXVI, Sess. 4ª. Roma, 1873; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 18. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1945. (Bd. 82. 1.) Kiel, 1873; 4°.

Buffalo Society of Natural Sciences: Bulletin. Vol. I. Nr. 1. Buffalo, 1873; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI, Nr. 23. Paris, 1873; 4°.

Gesellschaft der Wissenschaften, Königl. böhmische: Abhandlungen vom Jahre 1871—1872, VI. Folge. V. Band. Prag, 1872; 4°. — Sitzungsberichte. Jahrgang 1871; Jahrgang 1872, Januar—Juni. Prag; 8°. — Základy starého místopisu Pražského. Oddíl III, IV, V. W Praze, 1872; 4°. *Regesta diplomatica nec non epistolaria Bohemiae et Moraviae. Pars II. Vol. 1 & 2. Pragae, 1872;* 4°.

— Deutsche geologische: Zeitschrift. XXIV. Band, 4. Heft; XXV. Band, 1. Heft. Berlin, 1871 & 1873; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 12. Wien, 1873; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrg. Nr. 25. Wien, 1873; 4°.

Horsford, E. N., Address at the Morse Memorial Meeting in Faneuil Hall, April 16, 1872. Boston, 1872; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie & verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXIX, Heft 4. Speyer, 1873; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band VII, 4. Heft. Leipzig, 1873; 8°.

Lipschitz, R., Extrait de six mémoires publiés dans le Journal de mathématique de Borchardt. Paris; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873, Heft VI. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique du Dr. Quesneville. 17e Année, 3e Série. Tome III. 378e Livraison. Paris, 1873; 4°.

Nature. Nr. 190, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Pettenkofer, Max von. Über Nahrungsmittel im Allgemeinen und über den Werth des Fleischextractes als Bestandtheil der menschlichen Nahrung insbesondere. Braunschweig, 1873; 8°.

Redtenbacher, Anton, Die Cephalopodenfauna der Gosauschichten in den nordöstlichen Alpen. (Abhlgn. der k. k. geolog. Reichsanstalt. Bd. V, Heft Nr. 5.) Wien, 1873; Folio.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIe Année, 2e Série, Nr. 51. Paris, 1873; 4°.

Scacchi, Arcangelo, Note mineralogiche. Memoria prima. Napoli, 1873; 4°.

Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XVIIe Année, Nr. 2. Constantinople, 1873; 4°.

Strohecker, J. Rud., Über die Krystallisation des Wassers. (Aus „Die Natur" Jahrg. 1873, Nr. 10—12.) 4°.

Tommasi, D., Sur les dérivés acides de la naphtylamine. Paris; 4°.

Verein, naturwissenschaftlicher, in Hamburg: Abhandlungen. V. Band. 3. Abth. Hamburg, 1872; 4°. — Übersicht der

Ämtervertheilung und wissenschaftl. Thätigkeit des Vereins im Jahre 1871. 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 25. Wien, 1873; 4°.

Woldřich, J., Geologischer Bericht über den Brüxer Schädel etc. Wien, 1873; 8°.

Wolf, Rudolf, Astronom. Mittheilungen. XXXIII. März 1873; 8°.

Untersuchungen über das Protoplasma.

Von C. Heitzmann.

III. Die Lebensphasen des Protoplasmas.

(Mit 1 Tafel.)

Amoeben. In Präparaten, welche am 3.—4. Tage nach Zurichtung eines Aufgusses [1] dem letzteren entnommen werden, trifft man spärlich nicht über 0·008 Mm. grosse Klümpchen Protoplasmas, welche träge Ortsveränderungen ausführen. Dieselben erscheinen glänzend, gelblich, von einem sehr dichten Netzwerke lebender Materie aufgebaut, und ab und zu von sehr kleinen Vacuolen durchsetzt. Ein Kern ist in einer solchen jugendlichen Amoebe nicht zu erkennen.

An späteren Tagen findet man nebst Amoeben von dem geschilderten Umfange auch solche, welche die Grösse der ersteren um ein Mehrfaches übertreffen, feinkörnig sind und lebhafte Form- und Ortsveränderungen ausführen. Jede dieser Amoeben besitzt je Einen matt grauen, homogen aussehenden Kern.

In Präparaten aus der 3.—4. Woche der Infusion sind nebst jüngeren Amoeben stets solche in grosser Zahl sichtbar, welche verschieden zahlreiche gröbere, glänzende, gelbliche Körner enthalten. Diese Körner liegen entweder zerstreut im Amoebenleibe, oder sie bilden dichte Gruppen, deren Grösse jene des Kerns nicht wesentlich überschreitet. Die zerstreuten sowohl wie die in Haufen zusammengeballten Körner sind mit dem

---

[1] Die zur Herstellung von Infusionen benützte Methode ist in meinem Aufsatze: „Über den Bau des Protoplasmas“ (diese Sitzungsberichte) beschrieben.

Netzwerke der lebenden Materie innerhalb des Klümpchens in continuirlichem, durch feine Fädchen vermittelten Zusammenhange. Die blassen, grauen Kerne dieser älteren Amoeben sind stets von kleinen Vacuolen durchsetzt.

Wenn man einem amoebenhältigen Präparate aus den ersten Tagen der Infusion einen Tropfen zur Hälfte mit Wasser verdünnten Glycerins zusetzt, so fährt jede Amoebe in dem Augenblicke, in welchem sie das Glycerin trifft, mit einem heftigen Rucke zu je einem homogenen, gelblichen, stark glänzenden Klümpchen zusammen, dessen Umfang nur einen kleinen Bruchtheil des früheren Leibesumfanges der Amoebe ausmacht. Oder die Amoebe schrumpft zu einem zackigen, von Vacuolen durchbrochenen Klümpchen zusammen, welches sich unter Bersten der peripheren Vacuolen in wenig Secunden zu einem nahezu homogenen Klümpchen umwandelt. Solche Klümpchen bleiben in der Regel unverändert.

Amoeben aus späterer Zeit verhalten sich gegen die Einwirkung des Glycerins nicht alle gleich. Hat man im Sehfelde eine blasse, feinkörnige, und eine mit gröberen Körnern versehene Amoebe, so erkennt man, dass, während letztere im Augenblicke des Zufliessens des Glycerins ziemlich rasch zu homogenen Klümpchen umgewandelt werden, erstere merklich träger schrumpfen, bisweilen nur Faltungen an der Oberfläche erhalten, um sofort wieder als blasskörnige Körper zu erscheinen, welche bewegungslos sind und nach und nach kugelig werden. Die meisten der von grob granulirten Amoeben herrührenden Klümpchen gehen nur allmälig in den Kugelzustand über, manche bleiben auch ganz unverändert. Welchen Einfluss übrigens die Concentration des Glycerins auf die Hervorrufung der geschilderten Erscheinungen, selbst bei Amoeben, welche sich in Einem Sehfelde befinden, ausübt, kann ich nicht entscheiden.

Durch das Wegdrainiren des Glycerins und Ersatz desselben durch Wasser, habe ich zwar sämmtliche Klümpchen allmälig in die Kugelform überführen, aber keines wieder zu Bewegungen veranlassen können.

Protoplasmakörper des Knorpels. Vergleicht man die Elemente des Knorpels von einem Säugethiere (in meinen

Fällen aus dem Kniegelenkknorpel des Oberschenkelbeins von Hunden, Katzen und Kaninchen) in verschiedenem Lebensalter mit einander, so ergeben die Befunde wesentliche, stets vom Alter des Thieres abhängige Unterschiede.

In den Knorpelhöhlen von einem 5-tägigen Hunde (Fig. 1) liegen Protoplasmakörper, deren Kerne homogene, oder von kleinen Vacuolen durchbrochene, gelbliche und stark glänzende Massen darstellen. Ausser diesen gibt es aber auch zahlreiche, kleinere Knorpelhöhlen, die nur von einer Masse erfüllt sind, welche in allen Eigenschaften mit jener der Kerne der früher geschilderten Knorpelkörper übereinstimmt.

Bildet diese Substanz den Kern eines Protoplasmakörpers, dann senken sich die an seiner Periferie hervorbrechenden, konischen Speichen in das Maschenwerk des Protoplasmas ein; füllt sie hingegen allein die Knorpelhöhle aus, dann ziehen die Speichen durch den hellen Saum zwischen der Periferie des Klumpens und dem Rande der Knorpelgrundsubstanz in die letztere ein.

Im Knorpel eines 6-wöchentlichen Hundes[1] findet man Knorpelhöhlen (Fig. 2), deren Inhalt aus blassem, körnigen Protoplasma und aus Klümpchen einer homogenen, gelblich glänzenden Substanz in variabler Anordnung gebildet wird.

Man trifft einmal ein solches Klümpchen im Centrum je eines Knorpelkörpers; dann sind häufig mehrere Klümpchen der genannten Substanz von verschiedener Grösse in je einen Knorpelkörper eingebettet; oder endlich umgibt die Substanz den Körper als unvollkommene Schale, im optischen Durchschnitte als halbmondförmige Leiste. Knorpelhöhlen, welche nur die gelbliche, glänzende Substanz enthalten, sind spärlicher vorhanden, als im Knorpel des neugeborenen Thieres, und sie erscheint häufig von grösseren Vacuolen durchsetzt.

In der dünnen Lage Knorpelgewebes, welche beim 8—10-jährigen Hunde noch vorhanden ist, kommt die compacte,

---

[1] Von dieser Altersstufe an sind die Befunde im Knorpel der Kniegelenk-Condylen in meinen „Studien am Knochen und Knorpel“ (Mediz. Jahrb. 1872) schon geschildert. Ich werde hier nur so viel wiederholen, als zum Verständnisse der Sache nöthig erscheint.

gelblich glänzende Substanz in relativ nur sehr geringer Menge vor. Wo dieselbe in den Knorpelhöhlen vorhanden ist, erscheint sie in der Regel mit Vacuolen versehen. Die meisten Knorpelhöhlen enthalten aber nur blasskörniges Protoplasma und bläschenförmige, dunkel contourirte, blasse Kerne mit einer variablen Anzahl von Kernkörperchen (Fig. 3).

Die bisherigen Schilderungen der Knorpelkörper beziehen sich übrigens sämmtlich auf die mittlere Region zwischen Gelenkfläche des Knorpels und Rand des Epiphysenknochens. An jüngeren Thieren trifft man die gelbe Substanz innerhalb der Knorpelhöhlen durchschnittlich desto massiger, je näher man dem Knochenrande zurückt. Hart an der Grenze des Knochens liegen in, von verkalkter Grundsubstanz umschlossenen, mächtigen Knorpelhöhlen, vorwiegend häufig central, grosse Klumpen der gelben Substanz, die hier mit zahlreichen Vacuolen versehen und bei schwächeren Vergrösserungen grobkörnig erscheint. Um jeden dieser Klumpen herum liegt eine Zone blasser, feinkörniger oder structurloser Substanz, welche durch einen schmalen, hellen Saum von der kalkigen Grundsubstanz getrennt ist. Derartige Bildungen fehlen beim alten Thiere ganz.

Protoplasmakörper des Knochens. Vergleicht man die Knochenkörper von einem neugeborenen mit denen von einem alten Hunde, so fallen sofort Unterschiede in dem Baue dieser Körper auf. Die Knochenhöhlen des ersteren (Fig. 4) enthalten je ein centrales, rundes, oblonges oder stumpf eckiges, kleine Vacuolen zeigendes Klümpchen von gelblicher Farbe und intensivem Glanze. Um dieses Klümpchen herum ist blasses, feinkörniges Protoplasma gelagert, und zwar gegen die Pole des Knochenkörpers hin massiger, als gegen die Mitte. Die vom Klümpchen abgehenden Speichen ziehen in das blasse Protoplasma ein, und an Stellen, wo letzteres anscheinend fehlt, direct in die Grundsubstanz des Knochens. Häufig begegnet man auch Knochenhöhlen, welche ganz von der gelben, glänzenden Substanz ausgefüllt sind.

Im Knochen eines etwa 10 Jahre alten Hundes (Fig. 5) finde ich Knochenkörper mit blassgelben, glänzenden Kernen nur spärlich, dagegen in überwiegender Menge Knochen-

höhlen, welche blasse Protoplasmakörper mit blassen Kernen enthalten.

Die letzteren stellen graue, vacuolenhältige Klümpchen dar, oder Bläschen mit je 1—2 gelben, glänzenden, dann in der Regel etwas grösseren, oder je 1—3 grauen, wenig glänzenden, in diesem Falle kleineren Kernkörperchen.

Protoplasmakörper des Knochenmarks. Im Markgewebe des Knochens sind gleichfalls auffällige Altersunterschiede vorhanden.

In den Markräumen eines Röhrenknochens vom neugeborenen Hunde (Fig. 6) liegen in einer anscheinend homogenen Grundsubstanz kleinere, rundliche und in die Länge gezogene, theils homogene, theils von Vacuolen durchsetzte, gelbliche, glänzende Klümpchen. Dann blasse Protoplasmakörper mit rundlichen Kernen von gleichem Aussehen, wie die eben geschilderten Klümpchen. Ferner blasse Körper, die keinen Kern besitzen, an Stelle desselben aber in Höhlen gelagerte 1—2 wenig glänzende Körperchen. Endlich sehr blasse, feinkörnige Protoplasmakörper, in denen weder Kern noch Kernkörperchen erkennbar ist.

Im weiteren Wachsthum des Thieres trifft man in compacten Knochen keine Markräume mehr, sondern nur Gefässcanäle [1]. Die Markelemente, welche in diesen Canälen den Raum zwischen Gefässwand und Knochenrand erfüllen, sind vorwiegend spindelförmig, und zwar theils gelbliche, vacuolenhältige Klümpchen, theils blasse Protoplasmakörper mit blassen Kernen, oder ganz ohne deutliche Kerne und Kernkörperchen (Fig. 7).

In allen hier aufgezählten Formen der Elemente des Markes werden die compacten Klümpchen, die blassen Protoplasmakörper, die Kerne und Kernkörperchen von hellen Säumen begrenzt, welche von jedem der genannten Formelemente aus von radiären Speichen durchzogen sind.

Bei sehr alten Thieren findet man Protoplasmakörper von

---

[1] Die localen Wachsthumsverhältnisse des Knochens sind in meiner Abhandlung: „Über die Rück- und Neubildung von Blutgefässen im Knochen und Knorpel“ (Mediz. Jahrb. 1873) geschildert.

den geschilderten Formen relativ sehr spärlich; die Protoplasmalagen in den centralen Markräumen der Röhrenknochen sind zum grössten Theile in Fett umgewandelt (Fig. 8).

Ich schliesse aus den erörterten Befunden, dass das Protoplasma Altersstufen besitzt.

Das seiner Form nach jüngste Protoplasma ist jenes, dessen lebende Materie ein compactes Klümpchen darstellt. Dasselbe hat folgende Eigenschaften:

Es sieht homogen aus, hat eine gelbe Farbe von verschiedener Intensität und Nüancirung, starken Glanz und die Eigenschaft, sich mit Carminlösung tief roth und nach Behandlung mit Goldchloridlösung violett zu färben, so, dass die gelbe Farbe neben der violetten erhalten bleibt[1].

In diesem Zustande ist also mit unseren Mitteln kein Netzwerk zu erkennen. Dieser Zustand ist demjenigen ähnlich, welcher in dem tetanischen Klümpchen (bei Contraction einer Amoebe) beobachtet wird. Er ist identisch mit dem von mir (l. c.) als „haematoblastisch" bezeichneten Zustande der lebenden Materie, in welchem aus derselben nachgewiesener Massen rothe Blutkörper und die erste Gefässwand hervorgehen. Für kleine Klümpchen dieser Substanz, welche direct zu rothen Blutkörpern werden, können wir den Namen „Haematoblasten" beibehalten auch dann, wenn die Bedeutung der haematoblastischen Substanz einen weiteren Kreis umfassen wird, als sie zu umfassen schien zur Zeit, da die Bezeichnung entstanden ist.

Die erste Differenzirung im jungen Protoplasma besteht in einer Ansammlung von Flüssigkeit in Vacuolen. Der Zustand, in welchem in der haematoblastischen Substanz Vacuolen nachweisbar sind, ist der nächst ältere, wie ihn die Klümpchen und Kerne aus den aufgezählten Geweben etwas älterer Thiere

---

[1] Nur bei dunkel- oder schwarzvioletter Färbung nach starker Goldwirkung fehlt die gelbe Nüance. Diese Farbe und der Glanz sind überhaupt desto weniger auffällig, je dünnere Plättchen die Substanz darstellt.

bieten. Auf dieser Differenzirung beruht die erste Bildung einer Gefässwand aus der lebenden Materie, indem die Vacuole eben die erste Gefässhöhle darstellt.

Nimmt die Ansammlung von Flüssigkeit in mehreren geschlossenen Höhlen des jungen Protoplasmas zu, dann wird die lebende Materie in Form eines Fachwerkes angeordnet sein. Gruppiren sich nun die Knotenpunkte desselben zu Körnchen, bei gleichzeitigem Durchbruch der Vacuolenwände, so ist ein Maschenwerk gegeben. Dies ist wieder eine ältere Lebensphase des Protoplasmas. Je gröber, gelber, glänzender und dichter angeordnet die Knotenpunkte des lebenden Maschenwerkes im Protoplasma erscheinen, um so näher steht dasselbe seinem Jugendzustande; und umgekehrt, je feiner, farb- und glanzloser die Körnchen, desto vorgeschrittener ist auch das Alter des Protoplasmas. Dass unter Umständen die lebende Materie innerhalb des Protoplasmaklümpchens, also endogen, wieder ihres Gleichen erzeugen kann, beweisen die Beobachtungen an älteren Amoeben. Hier sind die gröberen Körner neugebildete lebende Materie in Jugendform.

Mit dieser Erklärung lösen wir die geschilderten Altersunterschiede der Gewebselemente ohne Schwierigkeit. Das ursprünglich ganz homogene Protoplasmaklümpchen differenzirt sich unter Zunahme seines Umfanges an seiner Periferie zu einem Maschenwerke, während das Centrum, der Kern, homogen bleibt. Dann erfolgt die Differenzirung zu einem Fach-, später zu einem Maschenwerke im centralen Klümpchen, dem Kerne, so dass hier wieder compacte, kleinere Centren als Kernkörperchen zurückbleiben. Der letztere Zustand gibt das Zellenschema der Autoren.

Endlich hat die Differenzirung im ganzen Protoplasmakörper Platz gegriffen. Dann ist kein Kern, noch später auch kein Kernkörperchen sichtbar; der ganze Körper stellt ein Maschenwerk mit gröberen oder feineren Knotenpunkten dar, und dieser Zustand ist der unmittelbare Vorläufer der Bildung einer Grundsubstanz.

Diese Phasen macht die lebende Materie durch nicht nur in der normalen, progressiven Entwickelung aller Gewebe, sondern,

wie ich später darthun will, auch beim Entzündungsprocesse, hier nur zunächst in umgekehrter Reihenfolge.

* * *

Eine Eigenthümlichkeit in den Lebensphasen des Protoplasmas soll hier noch erörtert werden auf Grundlage von Beobachtungen an lebendem Protoplasma im gesunden wie im kranken Zustande.

Junges, compactes Protoplasma besitzt die Eigenschaft, mit analogem Protoplasma zusammenzufliessen und dadurch seine Form zu verändern, im hohen, dagegen jene der activen Bewegungsfähigkeit nur in geringem Grade. Die Eigenschaft der Locomotion fehlt ihm vollständig. Unter Umständen, z. B. an der Ossificationsgrenze des Epiphysen- (Intermediär-) und Gelenkknorpels kommt es zur Zerreissung der lebenden Materie, zur Zerklüftung und Zerbröckelung ihres Leibes. Die schönsten normalen Theilungsbilder habe ich gerade an der haematoblastischen Substanz innerhalb der Knorpelhöhlen beobachtet, und das Resultat dieser Theilung sind eben die „Haematoblasten".

Die active Bewegungsfähigkeit nimmt augenscheinlich gradatim zu, je mehr Flüssigkeit in den Maschenräumen des Protoplasmas innerhalb bestimmter Grenzen des ganzen Leibesumfanges angesammelt ist, je kleiner und blässer die Körnchen sind. Das von einem äusserst zarten Maschenwerke durchzogene „blasse, feinkörnige Protoplasma" der Autoren besitzt durchschnittlich auch die intensivste Fähigkeit der Locomotion bei Erhöhung der Temperatur bis zur Körper- und Fieberwärme. Dagegen erscheint die Fähigkeit compacter Kerne und Kernkörperchen, selbständig Form und Ort zu ändern, gleich Null. Das Protoplasma der letztgenannten Bildungen ist eben als das der Form nach relativ jüngste zu betrachten.

* * *

Die ersten Angaben über Altersunterschiede der Kerne finden sich bei Th. Schwann[1]. Die Kerne sind nach ihm im Jugendzustande solid, sie werden später hohl und verschwinden endlich ganz, sie werden „resorbirt". S. Stricker[2] sagt aus, dass der Kern der ersten Furchungskugel in dem Protoplasma entsteht; dass er im jugendlichen Zustande ein Klümpchen darstellt, im Alter hingegen in ein Bläschen umgestaltet werden kann.

E. Neumann[3] hat zuerst auf Unterschiede in den Formen der Knochenmark-Elemente aufmerksam gemacht. Er beschrieb im ausgepressten Knochenmarksafte suspendirte farblose, granulirte Lymphkörperchen und gelb gefärbte Elemente, welch letztere durch homogene Beschaffenheit und eine die der rothen Blutkörperchen nur wenig übersteigende Grösse charakterisirt waren. Die gefärbten „Zellen" fand N. im Knochenmarke in um so grösserer Zahl, je jünger das Individuum war. Er deutete dieselben als Übergangsstufen zu rothen Blutzellen und kam zu dem Schlusse, dass in den Knochen während des ganzen Lebens eine fortdauernde Umwandlung lymphkörperartiger Zellen in farbige Blutzellen stattfindet.

G. Bizzozero[4] fand im Knochenmarke farblose Protoplasmakörper; dann solche mit homogenen, röthlichgelben Kernen; endlich solche, welche in Theilung begriffen, 2 homogene, röthlichgelbe Kerne enthielten. Auch B. sieht in diesen Formen Übergänge von farblosen zu gefärbten „Zellen", und schliesst gleichfalls auf die Bedeutung des Knochenmarkes als Productions-Stätte von farblosen und rothen Blutkörperchen. Die Ausgangspunkte für die Bildung der letzteren sollten die Kerne der ersteren sein.

Aus meinen Schilderungen geht hervor, dass die von E. Neumann und G. Bizzozero beschriebenen Bildungen

---

[1] Mikrosk. Untersuchungen über d. Übereinstimmung in d. Structur u. d. Wachsthum d. Thiere u. Pflanzen. 1839. pag. 205 und 211.

[2] Handbuch d. Lehre von d. Geweben. Art. „Allgemeines über die Zelle". 1868. pag. 24.

[3] Centralblatt f. d. med. Wissenschaften. 1868. Archiv d. Heilkunde. X.

[4] Gazetta medica Lombarda. 1868 und 1869.

identisch sind mit jenen der von mir als „haematoblastisch“ bezeichneten Substanz, welche nicht nur dem Knochenmarke, sondern im normalen Zustande auch dem Knochen und Knorpel zukommt. Die gelben Klümpchen sind aber noch keine Blutkörper, obgleich sie das Materiale zur Bildung derselben geben können.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Knorpelkörper aus einem Frontal-Durchschnitte des *Condyl. femor.* eines 5 Tage alten Hundes. Vergr. 800.

„ 2. Knorpelkörper aus einem Sagittal-Durchschnitte des *Condyl. femor.* eines 6 Wochen alten Hundes. Vergr. 800.

„ 3. Knorpelkörper aus einem Sagittal-Durchschnitte des *Condyl. femor.* eines 8—10 Jahre alten Hundes. Vergr. 800.

„ 4. Knochenkörper aus einem Längsdurchschnitte des Oberschenkelknochens eines 5 Tage alten Hundes. Vergr. 800.

„ 5. Knochenkörper aus einem Längsdurchschnitte des Oberschenkelknochens eines 8—10 Jahre alten Hundes. Vergr. 800.

„ 6. Markraum aus einem Längsdurchschnitte des Oberschenkelknochens eines 5 Tage alten Hundes. Vergr. 800.

„ 7. Gefässcanal aus einem Längsdurchschnitte der *Tibia* eines etwa 5 Jahre alten Hundes. *a.* Blutgefässe; *b.* Markelemente; *c.* Knochengewebe. Vergr. 800.

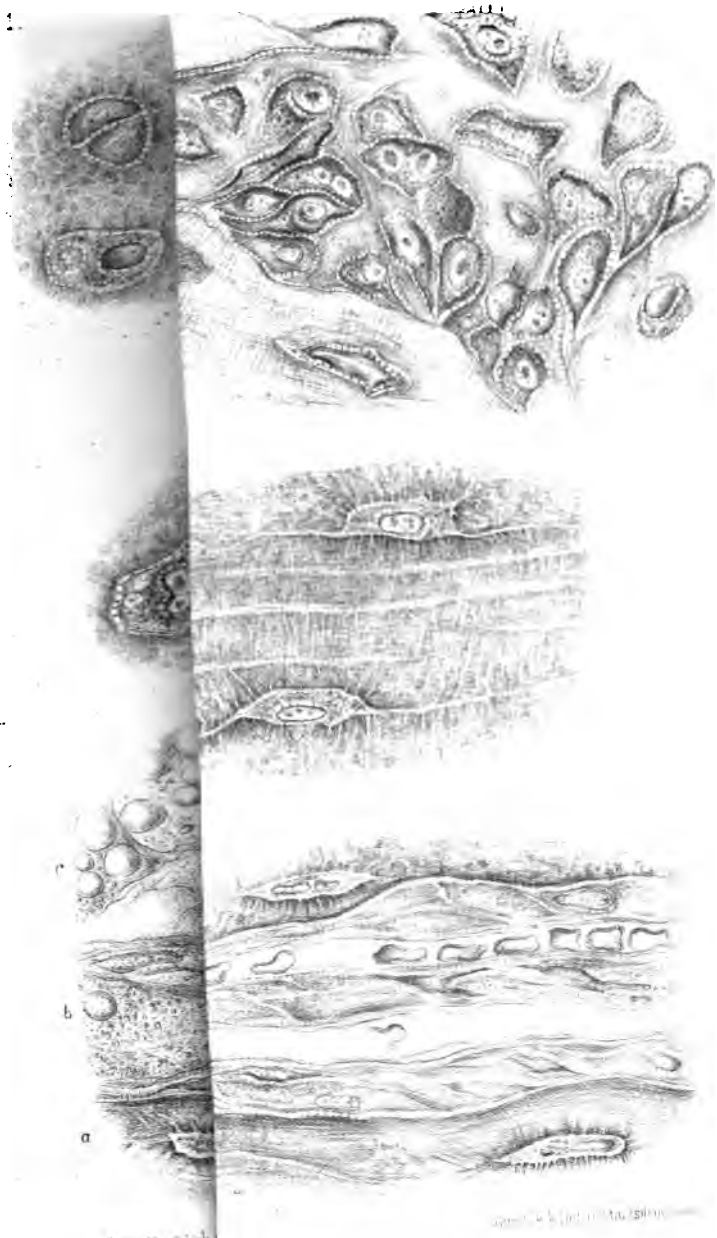
„ 8. Abschnitt aus dem centralen Markraume der *Tibia* eines 8—10 Jahre alten Hundes. *a.* Knochengewebe; *b.* Protoplasma-Lager; *c.* Protoplasma von Fettkugeln durchsetzt. Vergr. 800.

Sämmtliche Figuren sind von Chromsäure-Präparaten angefertigt.

BOSTON MEDICAL
NOV 15 1955
LIBRARY

Heitzmann.

6.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

7.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

XIX. SITZUNG VOM 10. JULI 1873.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Die Atakamit-Krystalle aus Süd-Australien", vom Herrn Oberbergrathe und Prof. Dr. V. R. v. Zepharovich.

„Ursachen des Erdbebens", vom Herrn Jos. Kregau, Diurnist beim Landesausschusse in Görz.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow berichtet über eine neuerliche, durch Herrn W. Tempel in Mailand am 3. Juli d. J. gemachte Entdeckung eines teleskopischen Kometen.

Herr Oskar Simony, stud. phil., macht eine vorläufige, für den Anzeiger bestimmte Mittheilung über eine neue Molecular-theorie unter Voraussetzung Einer Materie und Eines Kraft-principes.

Herr Prof. Dr. Jos. Boehm legt eine Abhandlung: „Über das Keimen von Samen in reinem Sauerstoffgase" vor.

Herr Dr. Karl Heitzmann überreicht eine Abhandlung: „Über die Entwickelung der Beinhaut, des Knochens und des Knorpels."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. VIIe Série, Tome XIX, Nrs. 3—7. St. Pétersbourg, 1873; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Februar 1873. (Nr. 1.) Berlin; 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig, Kopp, Erlenmeyer & Volhard. N. R. Band XCI, Heft 1—3. Leipzig & Heidelberg, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 19. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1946—1948 (Bd. 82. 2—4). Kiel, 1873; 4°.

Comitato, R., geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1873, Nr. 5 & 6. Firenze; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI. Nrs. 24—25. Paris, 1873; 4°.

Gesellschaft der Wissenschaften, k. böhm. in Prag: Sitzungsberichte. 1873, Nr. 3. Prag; 8°.

— geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVI (neuer Folge VI). Nr. 6. Wien, 1873; 8°.

— Oberhessische, für Natur- und Heilkunde: XIV. Bericht. Giessen, 1873; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang. Nr. 26—27. Wien, 1873; 4°.

Hamburg, Stadtbibliothek: Gelegenheitsschriften. 1872 & 1873. 4°.

Institution, The Royal, of Great Britain: Proceedings. Vol. VI, Parts 5—6. London, 1872; 8°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Memorie. Vol. XVII°, Parte 3ª. Venezia, 1873; 4°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc., von Alex. Naumann. Für 1870. 3. Heft. Giessen, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 13. Graz, 1873; 4°.

Löwen, Universität: *Annales Academiae Lovaniensis.* 1817—1826 (10 Bände). 4°. — Annuaire. 1872. XXXVIe Année. Louvain; 12°. — Choix de Mémoires de la Société littéraire. XI. Louvain, 1872; 8°. — Revue catholique. Tomes VII & VIII. Louvain, 1872; 8°. — Theses. 8°.

Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1873, 4. Heft. Wien, 1873; 8°.

Museum, Geological, Calcutta: *Palaeontologia Indica.* Vol. IV, 1—2. Calcutta, 1872; 4°. — Memoirs in 8°. Vol. VIII, Parts 1 & 2; Vol. IX, Parts 1 & 2. — Records. Vol. V, Parts 1—4. 1872. Calcutta; kl. 4°.

Nature. Nrs. 191—192, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Naturforscher-Verein zu Riga: Correspondenzblatt. XIX. Jahrgang. Riga, 1872; 8°. — Die Bildung des Knochengewebes. Festschrift, von Ludwig Stieda. Leipzig, 1872; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino meteorologico. Vol. VIII, Nr. 3. Torino, 1873; 4°.

Programm des k. k. Gymnasiums zu Meran. 1872/73. Meran, 1873; 8°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XXIII. Band. Jahrgang 1873. Jänner—Juni-Heft. Wien; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik etc., von Ph. Carl. IX. Band, 2. Heft. München, 1873; 8°.

„Revue politique et littéraire", et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIe Année, 2e Série, Nr. 52; IIIe Année, 2e Série. Nr. 1. Paris, 1873; 4°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XIXe, Revue bibliogr. E. Paris; 8°.

— Entomologique de France: Annales. IVe Série. Tome X^e, Partie supplémentaire. 2e & 3e Cahiers; Ve Série. Tome IIe. Paris, 1872; 8°.

— Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Tome XLVI, Année 1873, Nr. 1. Moscou; 8°.

Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg: Naturwissenschaftliche Jahreshefte. XXIX. Jahrgang, 1—3. Heft. Stuttgart, 1873; 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XXXIX. Band, 2. Heft. Wien, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 26—27. Wien, 1873; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 8. Heft. Wien, 1873; 4°.

Untersuchungen über das Protoplasma.

Von C. Heitzmann.

IV. Die Entwickelung der Beinhaut, des Knochens und des Knorpels.

(Mit 1 Tafel.)

Periostgewebe. An Querschnitten von Röhrenknochen eines neugeborenen Hundes erkennt man, dass zwischen der streifigen Periostlage und dem Knochengewebe eine breite Lage von Markgewebe vorhanden ist[1] (Fig. 1), in welche sich hie und da streifige Züge der ersteren hinein erstrecken.

An Längsschnitten von der Oberfläche eines Röhrenknochens desselben Thieres sieht man im Periostgewebe den verschiedenen Altersstufen des Protoplasmas entsprechende Bildungen folgender Art:

Zwischen Längszügen schmaler, glänzender Bänder fallen zunächst Felder auf, welche Elemente enthalten, die jenen des Markgewebes vollkommen ähnlich (Fig. 2, *a*), oder als rundliche, mit deutlichen, blasenförmigen Kernen versehene Körper in reihenweiser Anordnung erscheinen, demnach sogenannte „Zellenketten" darstellen. Ferner sieht man längliche Felder, deren Inhalt platt spindelförmige Protoplasmakörper von sehr verschiedener Grösse bilden, in welchen keine oder nur sehr undeutliche Kerne definirbar sind (*b*). Dann Felder (*c*), in

---

[1] Diese Lage wurde von Th. Billroth (Archiv f. klin. Chirurgie. Bd VI.) als „Cambium" bezeichnet. — Al. Rollett bildet dieselbe am Querschnitte eines Vorderarmknochens des menschlichen Embryo von 5 Monaten ab. (Handb. der Lehre von den Geweben. Herausgegeben von S. Stricker. Art. „Bindesubstanzen". Fig. 15.)

welchen platte, rautenförmige Protoplasmakörper liegen, von denen einzelne, Kernkörperchen ähnliche Bildungen erkennen lassen. Endlich begegnet man Feldern (*dd*), deren rautenförmige Plättchen homogen, matt glänzend erscheinen, und schmalen, gleichfalls aus stark in die Länge gezogenen Rauten zusammengefügten Bändern und Leisten (*e*), welche sich durch eine eigenthümlich gelbliche Farbe und starken Glanz kennzeichnen. Die ersteren sind die eigentlichen „bindegewebigen" Bänder der Beinhaut; die letzteren entsprechen den als „elastische Bänder und Leisten" bezeichneten Bildungen.

Schon in guten Chromsäure-Präparaten, besser noch bei schwacher Goldfärbung des Präparates, lässt sich übrigens constatiren, dass jedes der bezeichneten grösseren Felder von seinem Nachbarfelde, und innerhalb der Felder jeder gekörnte oder homogene Körper von den Nachbarkörpern durch schmale, helle Säume getrennt wird, welche sämmtlich von zarten, grauen Speichen durchzogen werden. Selbst in den schmalen elastischen Bändern ist ab und zu eine schwache, quere Strichelung sichtbar.

Bei starker Goldfärbung eines solchen Präparates endlich verschwindet die Differenzirung in Felder und Bänder, und tauchen streckenweise spindelförmige, den Protoplasma-Körpern entsprechende, dunkel violett gefärbte Körper auf, während das ganze übrige Gewebe in ein theils fein-, theils grobkörniges Netzwerk zerlegt wird.

Entsprechend den (in einer früheren Abhandlung geschilderten) zwei Hauptformen des Periostgewebes erscheint dieses an Stellen, wo es ein vorwiegend streifig-faseriges Aussehen besitzt, aus schmalen, spindelförmigen Feldern von dem geschilderten Aussehen zusammengefügt. An Stellen hingegen, wo das Gewebe ein breitbänderiges ist, stellt jedes der Felder als Ganzes eine langgezogene Raute dar, und innerhalb derselben liegen vorwiegend oblonge, platte, kernhaltige Protoplasmakörper („Periostzellen") in ziemlich regelmässigen Zwischenräumen angeordnet. Zwischen den Rauten, bald mehrere derselben in langen Zügen vereinigend, bald einzelne in kleinere und grössere Felder zerlegend, ziehen schmale, glänzende Streifen — elastische Fasern. Dieselben sind an den Rautenwinkeln unter einander in verschieden spitzen Winkeln verbunden.

Wenn ein breiteres Band in Folge von Zerreissung des Gewebes mit dem Messer, am Rande des Präparates frei vorragt, erkennt man am Saume des mattglänzenden Bandes häufig, und zwar an einer oder an beiden Seiten desselben, je einen stark glänzenden Streifen, welcher das Band von etwa angrenzenden Protoplasmakörpern trennt.

Man kann demnach im Periostgewebe des neugeborenen Hundes alle Übergänge der Formen von Markelementen zu bald schmäleren, bald breiteren, platten, spindelförmigen Protoplasmakörpern überblicken. Man kann sich ferner überzeugen, dass aus letzteren durch eine, schrittweise zu verfolgende Veränderung theils „bindegewebige", theils „elastische" Fasern und Platten hervorgehen.

Knochengewebe. Beim neugeborenen Hunde erfolgt die Bildung von Knochengewebe innerhalb des Markgewebes, aus den Elementen des letzteren, und zwar zuerst in Form von Bälkchen, welche den Raum in der Mitte zwischen je zwei Blutgefässen oder Gefässgruppen einnehmen (Fig. 3). Die Grundsubstanz der Knochenbälkchen ist zart gestreift, hie und da undeutlich lamellirt.

Die Übergänge von Mark- zu Knochengewebe sind durch folgende Formen gegeben:

In grösseren Markräumen, wieder zwischen je zwei Blutgefässen, sieht man am Längsschnitte des Knochens häufig Gruppen und Züge von spindelförmigen Markelementen, welche theils gelblich glänzend und homogen, theils körnig, mit blasenförmigen Kernen versehen, theils endlich kernlos erscheinen und deren jedes von seinen Nachbarn durch schmale Säume abgegrenzt wird. An Querschnitten erscheinen diese Züge als runde oder oblonge Felder, zusammengefügt aus theils glänzenden, theils blasskörnigen Klümpchen, den Querschnitten der spindelförmigen Elemente. Ähnlichen Zügen begegnet man aber auch an den Rändern von schon fertigen Knochenbälkchen (Fig. 1 *c*) und ihre Totalgestalt entspricht jedesmal einer in die Länge gezogenen Spindel oder Raute.

Aus diesen Zügen gehen, wie man stufenweise verfolgen kann, durch Ablagerung von Kalksalzen, Knochenbälkchen her-

vor, in welchen in regelmässigen Abständen freie, kernhaltige Protoplasmakörper („Knochenzellen“) übrig bleiben.

Entsprechend den Spindelformen sämmtlicher, je einen Zug zusammensetzenden Protoplasmakörper, besitzt in diesem Falle auch die Grundsubstanz ein streifiges Aussehen.

An den, je einen Markraum begrenzenden Knochenrändern findet man im compacten Knochengewebe wachsender Thiere sehr häufig reihenweise beisammen stehende Markelemente, die von Gegenbaur[1] sogenannten „Osteoblasten“. Die knochenbildende Eigenschaft dieser Elemente wurde auch von späteren Forschern, Waldeyer[2] und Al. Rollett[3], anerkannt. Je eine Osteoblastenreihe ist die Grundlage für eine spätere Knochenlamelle.

Bevor die Infiltration mit Kalksalzen eintritt, erfolgt eine Umwandlung einer Anzahl der Osteoblasten zu blasskörnigen, kernlosen Körpern, deren Zusammenhang unter einander und mit den analogen Nachbarbildungen durch jene zarten Speichen erhalten bleibt, welche die die einzelnen Körper von einander scheidenden hellen Säume durchziehen. Nach erfolgter Infiltration mit Kalksalzen ist eine optische Differenzirung der Lamelle in einzelne Osteoblasten nur ausnahmsweise möglich und die Lamelle erscheint in diesem Falle aus polygonen Feldern zusammengesetzt. Weit häufiger aber verschwinden die optischen Grenzen zwischen den einzelnen Osteoblasten, und nur die centralen, protoplasmatischen Antheile der Lamelle bleiben als Knochenkörperchen erhalten. In letzterem Falle ist demnach aus einer Summe von Protoplasmakörpern ein, in seiner Totalgestalt in der Fläche schwach gekrümmter, linsenförmiger Körper hervorgegangen, eine Gewebseinheit, deren Centrum eben die „Knochenzelle“ darstellt. Eine Summe solcher linsenförmiger Gewebseinheiten constituirt aber je eine Knochenlamelle.

In der compacten Substanz der Röhrenknochen wachsender und erwachsener Thiere begegnet man endlich in der

---

[1] Jenaische Zeitschrift für Medizin und Naturwissenschaften. 1864 und 1866.

[2] Über den Ossificationsprocess. Archiv für mikroskopische Anatomie. Band I.

[3] L. c.

sogenannten Schaltsubstanz zahlreichen, rundlichen Feldern, welche je einen oder mehrere Knochenkörperchen enthalten. Nun trifft man auch innerhalb der Markräume rundliche Protoplasmakörper, theils mit mehreren Kernen, theils nur mit mehreren Kernkörperchen, theils endlich nur aus gröberen Körnern des Netzwerkes der lebendigen Materie zusammengesetzt. Diese Protoplasmalager (von ihrem Entdecker Ch. Robin „Myeloplaxes" genannt), sind, wie ich dies schon anderen Ortes[1] nachgewiesen habe, gleichfalls Vorläufer der Knochenbildung, indem in denselben ein Theil des Protoplasmas zu Grundsubstanz wird, welche sofort verkalkt; während ein nicht in Umwandlung zu Grundsubstanz einbezogenes Centrum als Knochenkörperchen („Knochenzelle") übrig bleibt.

In Röhrenknochen wachsender Thiere begegnet man nicht nur in der Epiphyse am Knochenrande von Markräumen, sondern auch in Gefässkanälen der Diaphyse nicht selten solchen linsenförmigen, vielkernigen Protoplasma-Lagern, welche von Nachbarlagern durch helle Säume geschieden, mit denselben aber stets in lebendigem, durch Speichen vermittelten Zusammenhange stehen. Es sind eben die ersten Anlagen einer dritten Form der Knochengewebseinheiten, der Knochenkugeln (seit Virchow als eigentliche „Zellenterritorien" des Knochengewebes bekannt), deren jede aus dem je Eine oder mehrere „Knochenzellen" hältigen Protoplasmalager hervorgeht.

Bildungen von den zuletzt beschriebenen Formen trifft man übrigens auch im Kalkkerne des Epiphysen-Knorpels und am Ossificationsrande des Diaphysen-(Intermediär-)Knorpels.

Die aus Markelementen entstandenen vielkernigen Protoplasmalager sind es also, welche zuerst um die Balken der verkalkten Knorpelgrundsubstanz herum, später selbstständig das Knochengewebe erzeugen. Ob das Knochengewebe ein streifiges, lamellöses oder globuläres Gefüge erhält, hängt lediglich von der ursprünglichen Form der ein Protoplasmalager zusammensetzenden Klümpchen ab.

---

[1] Studien am Knochen und Knorpel. Mediz. Jahrb. 1872.

Knorpelgewebe. Der Hyalinknorpel geht, gleichwie die eben geschilderten Gewebe, aus dem indifferenten Markgewebe hervor, welches bei neugeborenen Hunden, Katzen und Kaninchen noch reichlich in den gefässhältigen Knorpelmarkräumen aufgespeichert ist.

Seit Schwann ist der Irrthum allgemein verbreitet, dass die Blutgefässe erst vor der beginnenden Ossification in den Hyalinknorpel hineinwachsen. Schon in frühen Entwickelungs-Perioden des Knorpels sind in demselben Blutgefässe — Arterien, Venen und Capillaren — führende Markräume vorhanden (Fig. 4), welche sich, wie Bubnoff [1] nachgewiesen hat, bis in ein vorgeschrittenes Alter hinein erhalten.

An den, von fertigem Knorpelgewebe begrenzten Rändern eines Markraumes trifft man beim neugeborenen Hunde im Knorpel des Kniegelenkendes des Oberschenkelbeins nicht selten Gruppen von Markelementen, deren Peripherie theilweise mit anscheinend homogener, chondrogener Grundsubstanz infiltrirt ist, während der centrale Theil das Knorpelkörperchen (die „Knorpelzelle") darstellt (Fig. 5). Es ragen dann in das Lumen des Markraumes hinein im optischen Durchschnitte halbkreisförmige, homogene Felder, oder es findet an den Rändern des Markraumes ein allmäliges Übergehen von Mark- in Knorpelgewebe Statt, wobei eine Summe spindelförmiger Markelemente zu spindelförmigen, bisweilen mit zart gestreifter Grundsubstanz versehenen Knorpelgewebseinheiten umgewandelt wird. In ersterem Falle ist das Resultat ein der globulären Form der Gewebseinheit entsprechendes, centrales, rundliches; in letzterem Falle der Spindelform der Gewebseinheit entsprechend ein längliches, spindelförmiges Knorpelkörperchen [2].

Im Wesen völlig ähnlich ist die Entwickelung von Knorpelgewebe mit streifiger Grundsubstanz, wie ich dieselbe am *Cond. femoris* von Kaninchen, nahe der Lateralfläche des Gelenk-

---

[1] Sitzungsberichte der Wiener Akad. d. Wissensch. 1868.

[2] Dass die anscheinend homogene Grundsubstanz des Hyalinknorpels gleichfalls in globuläre oder polygone „Territorien" zerlegt werden kann, haben Fürstenberg (Müller's Archiv 1857) und R. Heidenhain (Studien des physiologischen Institutes zu Breslau. II. 1863) erwiesen.

knorpels verfolgen konnte (Fig. 6). Hier sind nämlich an jenen Stellen, wo ein Übergang von hyalinem Knorpel- in Sehnengewebe stattfindet, Zwischenstufen von streifigem Knorpel vorhanden und in diesen wieder Felder von Hyalinknorpel eingeschaltet. Man kann sich bequem überzeugen, dass der jeweilige Charakter der Knorpelgrundsubstanz — hyalin, streifig, faserig — lediglich von der Anordnung der ursprünglichen, indifferenten Protoplasmaklümpchen abhängig ist.

Ein gutes Object für das Studium der Entwickelung des Knorpelgewebes lernte ich endlich an dem, durch subcutane Fractur der Unterschenkelknochen von Hunden und Katzen hervorgerufenen periostalen Knorpel-Callus kennen. Hier erfolgt von, central Blutgefässe und peripher Spindelelemente (entzündliche Neubildung) enthaltenden Nestern aus die Neubildung von Knorpel (Fig. 7). Die zunächst um das periostale Blutgefäss herum gelagerten Elemente sind kugelig; dann folgen Lagen spindelförmiger Körper, deren Kerne zum Theile im Schwinden begriffen sind, und welche aus dem Stadium der gleichmässigen Körnung unmittelbar in jenes der Infiltration mit leimgebender (chondrogener?) Substanz übergehen.

In diesen Nestern kann man auch die Umwandlung von capillaren Blutgefässen, deren früher hohl gewesenes Protoplasma solid geworden und hierauf in kleine Markelemente differenzirt wurde, zu „Knorpelzellen" verfolgen. Der Vorgang ist im Wesentlichen derselbe, wie ich ihn im höheren Alter des normalen Knochens geschildert habe [1], nur dass das Resultat hier die Bildung von Knochen-, dort von Knorpelgewebe ist.

In demselben Knorpel-Callus begegnet man aber auch zahlreichen Nestern, in welchen aus Knorpelelementen rothe Blutkörper und Blutgefässe hervorgehen (l. c.), — die Vorläufer der Ausschmelzung des nunmehr verkalkenden Knorpelgewebes.

---

[1] Über die Rück- und Neubildung von Blutgefässen im Knochen und Knorpel. Mediz. Jahrb. 1873.

Die Entwickelung des Bindegewebes im weiteren Sinne ist eine bis heute viel discutirte, aber nicht gelöste Frage.

Die geschilderten Befunde nöthigen zunächst, mich jenen Forschern anzuschliessen, die eine directe Umbildung des Protoplasmas zu Grundsubstanz angenommen haben.

Bedenken wir nun, dass die Grundsubstanz der erörterten Gewebe, wie ich dies in einer früheren Abhandlung nachgewiesen habe, von einem zarten Netzwerke der lebenden Materie durchzogen wird; dann wird sofort klar, dass die lebende Materie bei der Gewebsbildung nicht oder zum mindesten nicht vollständig untergeht, sondern nur an den mit Grundsubstanz infiltrirten Partien unsichtbar geworden ist.

Bedenken wir ferner, dass das Protoplasma selbst Lebensphasen durchmacht, wie ich dieselben früher schon im Markgewebe beschrieben habe; dann wird auch klar, dass die lebende Materie nur in variabler Gruppirung und Anhäufung auftritt, je nachdem einmal ein compactes Klümpchen, ein anderes Mal ein kernhaltiger Körper, ein drittes Mal ein mit Grundsubstanz infiltrirtes Netzwerk vorhanden ist.

Es ist nicht erwiesen, dass der lebendige Antheil des Protoplasmas je zu Grundsubstanz im weitesten Sinne verwandelt wird; denn dort, wo man früher das Protoplasma untergegangen glaubte, habe ich die Existenz lebender Materie nachgewiesen, und zwar in derselben Anordnung, in welcher es im Markgewebe vorhanden war. Ja es ist die Annahme, dass die Grundsubstanz aus der lebenden Materie entstehe, überhaupt gar nicht nothwendig; es ist eben so gut denkbar, dass nur die Flüssigkeit, welche ursprünglich die Räume des lebendigen Maschenwerkes ausfüllt, zu Grundsubstanz umgewandelt werde.

Dann hätten wir uns nur vorzustellen, dass es nur der Lösung, der Verflüssigung irgend einer Art von schon gebildeter Grundsubstanz bedürfe, um das Protoplasma sofort frei zu machen, dessen neuerliche Gruppirung zu Klümpchen und Elementen wieder lediglich von der Bildung neuer Grundsubstanz in den Maschenräumen der lebenden Materie abhängen würde. Je nachdem nun diese Gruppirung zu spindelförmigen Klümpchen (Periost- und junges Knochengewebe), oder zu dünnen Platten

(Periostgewebe), oder zu linsenförmigen Lagern (Knochengewebe), oder endlich zu polygonen oder kugeligen Gebilden (Knorpel- und Knochengewebe) erfolgt, würde auch die neu entstandene Grundsubstanz streifig-faserig, bändrig, lamellös oder globulär erscheinen.

Innerhalb der Grundsubstanz bleibt das Netzwerk der lebenden Materie und bleibt der Centraltheil des Protoplasmas („Zelle", eventuell mit Kern) völlig intact. Von letzterem zieht eben das Netzwerk der lebenden Materie in von der Form der Gewebseinheit abhängigen Richtungen entweder vorwiegend bipolar, oder vorwiegend rectangulär, oder gleichmässig radienförmig ab gegen die Grenze der Gewebseinheit hin. Den Hauptrichtungen der lebenden Materie werden dann auch die Formen der Grundsubstanz-Felder entsprechen müssen.

Es würde somit nur einer gewissen Schwankung in den physiologischen Bedingungen bedürfen, um eine Gewebsform in die andere hinüberzuführen; wie denn auch jede der geschilderten Hauptformen der Grundsubstanz unter Umständen sofort in eine andere übergehen, ja häufig in eine andere sogar direct umgewandelt werden kann. So wird durch Ablagerung von Kalksalzen in der Grundsubstanz aus Periost — Knochen; aus Knorpel — osteoides Gewebe. So wird ferner bei der Entzündung aus Hyalinknorpel — Streifenknorpel; aus Periost — Streifen- und Hyalinknorpel u. dgl. mehr.

Die von Gegenbaur ausgegangene Bezeichnung „Osteoblasten" für die Markelemente des Knochens, wo dieselben ein continuirliches Protoplasmalager bilden, scheint nunmehr nicht bezeichnend genug zu sein. Mit demselben Rechte könnten wir von „Periostoblasten", „Chondroblasten" etc. sprechen, während doch alle genannten Gewebe nur aus Einer identischen Gewebsform hervorgehen, nämlich aus Markgewebe, und nur die jeweilige Gruppirung dieser „Blasten" in dem, der neuen Bildung von Gewebe vorausgehenden Indifferenz-Stadium das Gewebsresultat bedingt. Die Gruppirung erfolgt aber vom Haus aus in bestimmten Formen, welche den späteren Gewebseinheiten entsprechen.

Zwischen den Gruppen der indifferenten Protoplasmakörper entsteht im Periostgewebe sehr frühzeitig eine dichte Grund- oder Kittsubstanz. Diese ist das „elastische Gewebe“ in Form von schmalen Platten und Streifen an den Horizontalgrenzen der Protoplasmafelder und der Periostbänder. Im fertigen Gewebe begrenzen die elastischen Streifen in sehr variabler Anordnung je eine oder je mehrere Gewebseinheiten; bisweilen aber auch einzelne Felder der Gewebseinheit selbst. Die später gebildete „bindegewebige“ Grundsubstanz ist durchschnittlich weitaus nicht so dicht und widerstandsfähig, wie die erstgebildete; eine Thatsache, die man bei der Entzündung des Periostes, von welcher ich bei anderer Gelegenheit sprechen werde, leicht constatiren kann.

Übrigens ist die Grundsubstanz nicht nur an den Grenzen der Gewebseinheiten, sondern auch an jener des nicht infiltrirten Protoplasmakörpers auffallend dicht und widerstandsfähig. Letztere Eigenschaft hat an der, die Knorpelhöhle begrenzenden Schicht früher zur Annahme eigener, selbstständiger „Kapseln“ geführt. In neuerer Zeit haben sich aber auch bezüglich der Kapselbildungen richtige Anschauungen geltend gemacht.

So hat E. Neumann[1] nachgewiesen, dass die Knochenkanälchen eigene, isolirbare, mit der Knochengrundsubstanz gemeinsam verkalkte Wandungen besitzen; er erklärt dieselben für verdichtete Theile der Grundsubstanz selbst, für zu den Knochenzellen gehörige Kapselbildungen.

E. Brücke[2] hat die äusserste Schicht der ursprünglich membranlosen Knorpelzellen als diejenige betrachtet, welche sich in die Knorpelgrundsubstanz im engeren Sinne umwandelt; er hält die den nicht metamorphosirten Theil des Zellenleibes umgebende Schicht der Grundsubstanz für fester, als das Übrige, wodurch eben eine Kapsel zur Darstellung kommt.

Ähnliche Anschauungen bezüglich der Bildung einfacher und geschichteter Kapseln vertritt auch R. Heidenhain[3].

---

[1] Beitrag zur Kenntniss des normalen Zahnbein- und Knochengewebes. Leipzig 1863. Schmidt's Jahrb. 1864. Bd. 123.

[2] Die Elementarorganismen. Sitzungsber. der Wiener Akad. der Wissenschaften. 1861.

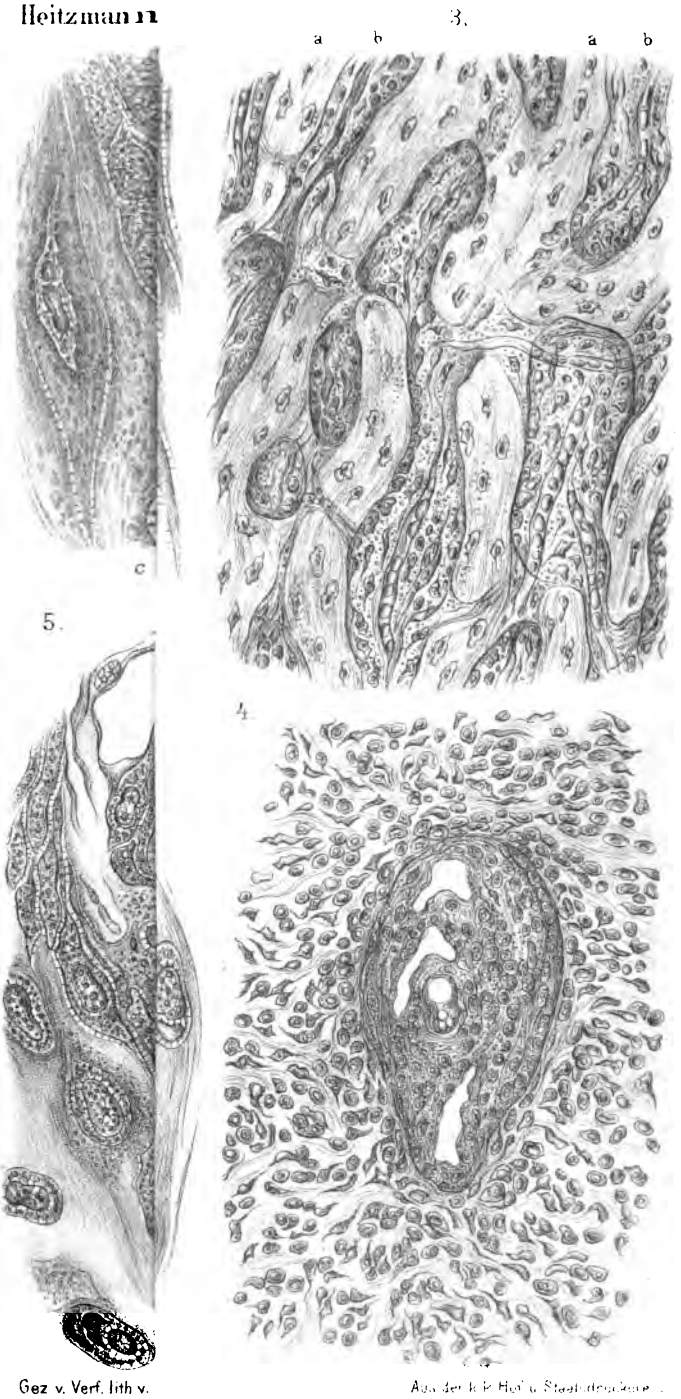
[3] L. c.

Das sogenannte „elastische Gewebe“ ist demnach augenscheinlich kein Gewebe *sui generis*, sondern nur Grund- oder was dasselbe ist, Kittsubstanz der frühesten Bildung und von der intensivsten Dichtigkeit[1].

---

[1] Während der Drucklegung dieser Abhandlung wurde ich auf zwei Arbeiten bekannt, welche die eben erörterte Anschauung über die elastische Substanz unterstützen. Franz Boll (Die Histiologie und Histogenese der nervösen Centralorgane 1873. Pag. 21.) sagt, dass ihn seine Untersuchungen zu der Überzeugung gebracht haben, dass die bisher übliche starre Unterscheidung zwischen elastischen Fasern und Bindegewebsfibrillen nicht mehr aufrecht zu erhalten sei. Arnold Spina (Untersuchungen über den Bau der Sehnen. Wiener Mediz. Jahrb. 1873) weist nach, dass die elastische Substanz zunächst an der Oberfläche der „Zellen“ und zwar aus dem Protoplasma selbst gebildet wird. Sobald sich die „Zellen“ zu Platten umgestalten, werden aus den Zellhüllen Bänder, welchen die Längsstreifen als Fasern, die Querstreifen aber als quere Abtheilungen der Platten sichtbar bleiben.

Heitzmann



Gez v. Verf. lith v.

Aus der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Aus einem Querdurchschnitte des Oberschenkelknochens eines neugeborenen Hundes; *a* Periost-, *b* Mark-, *c* Knochengewebe. Chromsäurepräp. Vergr. 800.

Fig. 2. Aus einem Längsdurchschnitte des Oberschenkelknochens eines neugeborenen Hundes; *aa* Markelemente; *bc* Protoplasmakörper im Indifferenz-Stadium; *dd* Bindegewebsbänder; *e* elastische Leiste. Mit Goldchlorid schwach tingirtes Chromsäurepräp. Vergr. 800.

Fig. 3. Aus einem Längsdurchschnitte der Tibia eines neugeborenen Hundes; *aa* Knochenbälkchen; *bb* Blutgefässe führende Markräume. Chromsäurepräp. Vergr. 200.

Fig. 4. Knorpelmarkkanal mit Umgebung, aus einem Sagittal-Durchschnitte des *Condyl. tibiae* von einem 4monatlichen menschlichen Embryo. Chromsäurepräp. Vergr. 200.

Fig. 5. Abschnitt eines Markraumes aus einem Sagittal-Durchschnitte des *Condyl. femor.* eines neugeborenen Hundes. Mit Goldchlorid schwach tingirtes Chromsäurepräp. Vergr. 800.

Fig. 6. Aus einem Sagittal-Durchschnitte des *Condyl. femor.* nahe der Lateralfläche. 8 Monate altes Kaninchen. Übergang von Hyalin- in Streifenknorpel. Chromsäurepräp. Vergr. 800.

Fig. 7. Aus dem 14 Tage alten Callus der gebrochenen Tibia einer alten Katze. Chromsäurepräp. Vergr. 800.

XX. SITZUNG VOM 17. JULI 1873.

Herr Prof. Dr. Camil Heller in Innsbruck dankt für die ihm zum Zwecke der Untersuchung der Tunicaten des Adriatischen Meeres gewährte Subvention von 300 fl.

Herr Dr. L. J. Fitzinger überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die Gattungen der europäischen Cyprinen nach ihren äusseren Merkmalen."

Herr Prof. Dr. Jos. Boehm legt eine Abhandlung: „Über den Einfluss der Kohlensäure auf das Ergrünen und Wachsthum der Pflanzen" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften und Künste, Südslavische: Rad. Knjiga XXIII. U Zagrebu, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt.) 11. Jahrgang, Nr. 20. Wien, 1873; 8°.

Arbeiten des kais. botanischen Gartens zu St. Petersburg. Band I, Lieferung 2; Band II, Lieferung 1. Petersburg, 1872 & 1873; 8°.

Bardot, Ad., Base d'une théorie générale des parallèles sans postulatum. Paris, 1873; 8°.

Centralbureau für die Europäische Gradmessung: General-Bericht für das Jahr 1872. Berlin, 1873; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI, Nr. 26. Paris, 1873; 4°.

Dalton, Edward Tuite, Descriptive Ethnology of Bengal. Calcutta, 1872; 4°.

Evans, F. J., Elementares Handbuch über die Deviationen des Compasses mit besonderer Rücksichtnahme auf Eisenschiffe. Wien, 1873; 8°.

Gesellschaft, gelehrte estnische, zu Dorpat: Verhandlungen. VII. Band, 3. & 4. Heft. Dorpat, 1873; 8°. — Sitzungsberichte. 1872. Dorpat, 1873; 8°.

— österr. für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 13. Wien, 1873; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 28. Wien, 1873; 4°.

Instituut, k., voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië: Bijdragen. III. Volgreeks. VII. Deel, 3e en 4e Stuk. 's Gravenhage, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 14. Graz. 1873; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1873, Nr. 10. Wien; 8°.

Matković, Peter, Kroatien-Slavonien nach seinen physischen und geistigen Verhältnissen. Denkschrift zur Wiener Weltausstellung 1873. Agram, 1873; 8°.

Moniteur scientifique du Dteur Quesneville. 3e Série, Tome III, 379e Livraison. Paris, 1873; 4°.

Nature. Nr. 193, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Paić, Moses, Neueste, leichtfassliche Veranschaulichungsmittel für die mathematische Geographie etc. Wien, 1873; 8°.

Plantamour, E., Observations faites dans les stations astronomiques suisses. Genève, Bale, Lyon, 1873; 4°. — Résumé météorologique de l'année 1872 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. Genève, 1873; 8°.

Protocoll über die Verhandlungen der XLIX. General-Versammlung der Actionäre der a. pr. Kaiser Ferdinands-Nordbahn. Wien, 1873; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 9. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XXIII. Band, Jahrgang 1873. Juli-Heft. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIIe Année, 2e Série, Nr. 2. Paris, 1873; 4°.

Schrauf, Albrecht, Atlas der Krystallformen des Mineralreiches. IV. Lieferung. Wien, 1873; 4°.

:
5°.
s. 5

Nrs. 3
. 1872,
ca. New

XX. SITZUNG V

ngs. Vol.

Herr Prof. Dr. C y. IV. Kötet,
ihm zum Zwecke d
schen Meeres ge Nr. 28. Wien,
Herr Dr.
betitelt: „D , Die Wienerberger, zur
äusseren Weltausstellung 1873. Wien, 1873; gr. 8°.
H
den
d

...Verhandlungen...

TZUNG VOM 24. JULI 1873.

folgende eingesendete Abhandlungen vor:

...rcitraconsäure" und vorläufige Mitthei-
...aconsäure entstehende Trichlorbutter-
...rof. Dr. J. Gottlieb in Graz.

„Über den Widerstand einer Kreisscheibe bei verschiedener Lage der Elektroden", vom Herrn Karl Domalip, Assistenten für Physik am deutschen Polytechnikum in Prag.

„Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe." III. Abhandlung: „Über die directe elektrische Reizung des Säugethierherzens", vom Herrn Dr. Sigmund Mayer, Assistenten am physiolog. Institute an der Universität zu Prag.

„Experimentaluntersuchung über die elektrostatische Fernwirkung dielektrischer Körper", vom Herrn Prof. Dr. L. Boltzmann in Graz.

„Analoga zum Doppelstrom der Erd-Elektricität", vom Herrn Jos. Kregau in Görz.

Herr Prof. Dr. Ed. Suess legt eine Abhandlung: „Über den Aufbau der mitteleuropäischen Hochgebirge" vor.

Herr Hofrath Dr. H. Hlasiwetz überreicht zwei Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium der Universität Innsbruck, und zwar: 18. „Über ein Condensationsproduct aus der Oxybenzoësäure", von den Herren L. Barth und C. Senhofer. 19. „Über Phenoltrisulfosäure", vom Herrn C. Senhofer.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow macht eine Mittheilung über die bisher gelungenen Positionen des am 3. Juli vom Herrn W. Tempel in Mailand entdeckten Kometen.

Herr Prof. Dr. Ad. Lieben aus Prag übergibt eine Abhandlung „über die aus roher Gährungsbuttersäure abgeschiedene Capronsäure", nebst einer Note des Herrn Kottal „über die mit Hilfe dieser Säure bereiteten Salze".

Herr Dr. K. Heitzmann überreicht die fünfte und letzte seiner „Untersuchungen über das Protoplasma", betitelt: „die Entzündung der Beinhaut, des Knochens und des Knorpels".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der mathem.-physik. Classe. 1873. Heft I. München; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigenblatt). 11. Jahrgang, Nr. 21. Wien, 1873; 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVIIe, Nr. 186. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 1. Paris, 1873; 4°.

Cooke, M. C., Handbook of British Fungi. London & New-York, 1871; 8°.

Gesellschaft der Künste und Wissenschaften, Provinzial Utrecht'sche: Verslag. 1872. Utrecht; 8°. — Aanteekeningen. 1871 & 1872. Utrecht; 8°. — De Spectatoriale Geschriften van 1741—1800. Door J. Hartog. (Gekrönte Preisschrift.) Utrecht, 1872; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 29. Wien, 1873; 4°.

Instituut, k. Nederlandsch meteorogisch: Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1868. II. Deel; voor 1872, I. Deel. Utrecht, 1872; Quer-4°. — Suggestions on a Uniform System of Meteorological Observations. Utrecht, 1872; gr. 8°.

Isis: Sitzungsberichte. Jahrgang 1873, Nr. 1—3. Dresden; 8°.

Lotos. XXIII. Jahrgang, Mai & Juni 1873. Prag; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873. Heft VII. Gotha; 4°.

Museum Francisco-Carolinum: XXX. Bericht. Linz, 1871; 8°.

Nature. Nr. 194, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Peabody Institute: VIth Annual Report. 1873. Baltimore; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 8. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIIe Année, 2e Série, Nr. 3. Paris, 1873; 4°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XIXe. 1872. Comptes rendus 4. Paris; 8°.

— des Ingénieurs civils: Séances du 24 Janvier; 7 et 21 Février; 7 et 21 Mars; 4 et 18 Avril; 2 et 26 Mai; 6 et 27 Juin 1873. Paris; 8°.

— Hollandaise des Sciences à Harlem: Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. Tome VII, 4e—5e Livraisons. La Haye, Bruxelles, Paris, Leipzig, Londres & New York, 1872; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 29. Wien, 1873; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 9. Heft. Wien, 1873; 4°.

Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe.

III. Abhandlung.

Über die directe electrische Reizung des Säugethierherzens.

Von Dr. **Sigmund Mayer,**

a. ö. Professor der Physiologie und Assistent am physiolog. Institut der Universität zu Prag.

(Mit 2 Curventafeln.)

In den nachfolgenden Blättern gedenke ich einige Thatsachen näher zu erörtern, welche sowohl für die Theorie der Herzbewegung, als auch in praktischer Beziehung nicht ohne Werth sein dürften.

Ich will gleich zu Beginn dieser Abhandlung bemerken, dass das Wesentliche des hier Vorzubringenden bereits mehrfach vorgetragen worden ist, und zwar von einer Seite, welche jedenfalls die vollste Beachtung verdient.

Es sind aus Ludwig's Laboratorium[1] zwei Arbeiten hervorgegangen, welche denselben Gegenstand behandelt haben; auf die speziell darin niedergelegten Ansichten werde ich später zurückzukommen haben.

Sowohl ein Blick in die bezüglichen Capitel der allgemein verbreiteten Lehr- und Handbücher der Physiologie, als auch gelegentlich mit Fachgenossen gepflogene Besprechungen über den vorliegenden Gegenstand haben mir die Ueberzeugung beigebracht, wie wenig übrigens die hier zu besprechenden Erschei-

---

[1] Ludwig und Hoffa, Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. IX, 1850, pag. 107.

Einbrodt, Wiener Sitzungsberichte, Bd. 38, p. 345; auch abgedruckt in Moleschott's Untersuchungen etc., Bd. VI, 1859, pag. 537.

nungen allgemein bekannt geworden und wie wenig sie gewürdigt worden sind.

Eine erneute, auf zahlreiche Versuche sich stützende Besprechung des Gegenstandes dürfte also wohl gerechtfertigt sein, zumal da ich in der Lage bin, sowohl einige ältere Angaben zu berichtigen als auch in mehrfacher Hinsicht Neues vorzubringen.

Als Versuchsthiere dienten vorzugsweise Hunde und Katzen; aber auch an Kaninchen habe ich die wichtigsten der zu besprechenden Versuche vielfach angestellt.

Herzschlag und Blutdruck wurden mit Hilfe des Kymographion in bekannter Weise graphisch verzeichnet; ebenso benützte ich die in früheren Arbeiten erwähnten Vorrichtungen, um die Zeiten und die während des Versuches vorgenommenen Eingriffe zu registriren.

Um die electrische Reizung des Herzens vorzunehmen wurden entweder Nadeln durch die Thoraxwandungen in das Herz eingesenkt, oder der Thorax eröffnet, um so das Herz von den reizenden Strömen durchfliessen zu lassen. Der letzteren Methode habe ich den Vorzug gegeben, weil dieselbe erlaubt, durch die directe Inspection des Herzens den Ablauf seiner Contractionen in Folge der Reizung zu studiren, während man bei der ersteren nur auf die Aussagen der Manometer angewiesen ist, die, wie bald auseinandergesetzt werden wird, grade in dem vorliegenden Falle nicht hinlängliche Anhaltspunkte zur richtigen Beurtheilung bieten.

Die reizenden inducirten Ströme wurden durch einen Du-Bois'schen Schlittenapparat, der durch zwei Daniell'sche Elemente in Gang gesetzt wurde, geliefert; als Electroden dienten Nadeln.

Die Versuchsthiere wurden gewöhnlich mit Curare bewegungslos gemacht und künstliche Respiration eingeleitet. An nicht curarisirten Thieren sind zwar die Erscheinungen ganz dieselben, wie bei curarisirten; nur sind die Versuche an ersteren mit Unzukömmlichkeiten behaftet, da in Folge der totalen Insufficienz des Herzens die Erscheinungen hochgradigster Dyspnoë, resp. Asphyxie auftreten.

Legt man bei einem Thiere, dessen Art. carotis mit dem Manometer des Kymographion in Communication gesetzt worden,

die Electroden eines Inductionsapparates an das blosgelegte kräftig und rasch schlagende Herz (der Herzbeutel vorher eröffnet) an, und schiebt nun die sehr weit entfernte secundäre Spirale des Apparates an die primäre langsam heran, so ist die erste Wirkung, die man beobachtet, wenn man seine Aufmerksamkeit auf die kymographische Curve richtet, die, dass der Blutdruck bei einer gewissen, durchaus nicht sehr bedeutenden Stromstärke plötzlich von seiner Höhe zu einem sehr niedrigen Werthe heruntersinkt. Dieses Absinken des Blutdruckes zeigt im Beginne die grösste Aehnlichkeit mit der Wirkung einer starken Erregung der hemmenden Herzfasern im Vagus. Der weitere Verlauf aber der Erscheinungen, welche durch die directe Inductionsreizung des Herzens hervorgerufen werden, zeigt sehr wesentliche Verschiedenheiten von dem Effecte der Vagusreizung.

War schon die in so hohem Grade den arteriellen Druck heruntersetzende Wirkung der directen electrischen Reizung des Herzens mit Inductionsströmen für den Beobachter in hohem Grade frappant, so geräth man noch mehr in Erstaunen, wenn man sieht, dass der Blutdruck in sehr vielen Fällen überhaupt nicht wieder Miene macht, in die Höhe zu gehen, dass die den Herzcontractionen entsprechenden Elevationen total aus der Curve verschwunden sind und ebenfalls sich nicht anschicken, wieder zu erscheinen, kurz dass das Thier, in Folge der kaum 2—3″ dauernden Reizung seines Herzens mit mittelstarken Inductionsströmen — todt ist.

Wendet man seine Aufmerksamkeit auf das Herz selbst, so bemerkt man an demselben, sobald die reizenden Ströme durch seine Substanz brechen, ebenfalls sehr merkwürdige Phänomene. Die rhythmischen Contractionen setzen sofort mit dem Beginn der Reizung aus; dagegen geräth die Herzmusculatur in ein unregelmässiges, sehr rasches, wild durch einander wogendes Zittern, welches die Franzosen mit einem sehr bezeichnenden Ausdruck als frémissement ondulatoire beschreiben. In diesem Zustande, welcher zusammenfällt mit dem durch das Manometer angezeigten andauernd sehr niedrigen Drucke, schwillt das Herz unter den Augen des Beobachters an und zeigt sich stark von dunkelrothem Blute angefüllt.

Vor Allem wollen wir nun hervorheben, was aus der vorstehenden Schilderung sich leicht ergibt, in welchen Punkten sich der Effect der directen Herzreizung von dem der Vaguserregung unterscheidet.

Der niedrige Druck, welcher durch starke Vagusreizung in Folge des Herzstillstandes hervorgebracht wird, ist nur auf wenige Secunden zu erhalten; selbst bei Fortdauer der Reizung beginnt das Herz bekanntlich wieder rhythmisch und kräftig zu schlagen und den Blutdruck wieder in die Höhe zu treiben, auch wenn eine Verlangsamung der Pulse noch zu constatiren ist. Sobald man mit der Reizung aufgehört hat, schnellt der Blutdruck entweder sofort wieder in die Höhe, oder aber nur eine kurze über mehrere Secunden sich erstreckende Nachwirkung bleibt zurück. Von der directen Herzreizung aber haben wir erfahren, dass ihre Wirkung auf den Blutdruck sehr häufig von einer nicht wieder sich ausgleichenden Nachwirkung gefolgt ist.

Die directe Inspection eines durch Erregung der Nn. vagi in Stillstand versetzten Herzens zeigt, dass an dem im Zustande der Diastole sich befindlichen Organe keine Faser sich regt, während an dem mit Inductionsströmen behandelten Herzmuskel Alles in wirbelndem Tumulte sich befindet.

In der oben geschilderten Weise nun stellen sich die Wirkungen der directen Inductionsreizung des Herzens dar, wenn man an Thieren arbeitet, welche durch langes Aufgebundensein, Curarevergiftung, Blutverluste und vielfache Operationen nicht schon stark alterirt, besonders merklich in ihrer Körpertemperatur erniedrigt sind. An raschem und irreparabel deletärem Einflusse auf den Gesammtorganismus kann sich die directe electrische Herzreizung mit den furchtbarsten bis jetzt bekannten Giften messen; jedenfalls ist sie, was die physiologische Durchsichtigkeit der Wirkungsweise betrifft, ein reines „Herzgift“ von eminent raschem und sicherem Effecte. Bei Thieren, welche durch die eben angeführten Umstände sich schon stark von dem normalen Zustande entfernt haben, verlaufen die Erscheinungen in etwas anderer Weise.

Hier kann es vorkommen, dass die schwächeren Ströme bei kurzer Dauer (2–5″) nicht sofort die normale Herzthätigkeit für immer lahm legen, sondern dass sich nach dem Aufhören

der Reizung der vor derselben bestandene Druck wieder herstellt. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass der Uebergang der wogenden und wühlenden, für die Blutbewegung gänzlich leistungsunfähigen, also mit sehr niedrigem Drucke einhergehenden Herzbewegungen in die rhythmischen der Blutbewegung wieder zu gute kommenden nie ein plötzlicher ist — d. h. so vor sich geht, dass die eben noch unregelmässig zitternden Muskelbündel im nächsten Augenblicke sich zu der Ausführung einer normalen Systole associiren. Es geht dieser Uebergang vielmehr so vor sich, dass an verschiedenen Stellen des Herzens die zitternden und wogenden Contractionen sistiren und vollständiger Ruhe Platz machen; aus dieser reinen diastolischen Ruhe nun, die ganz derjenigen gleicht, wie sie durch die Reizung der Nn. vagi hervorgerufen wird, tritt das Herz mit einer normalen, leistungsfähigen Contraction heraus. Ganz in derselben Weise haben schon Ludwig und Hoffa[1] dieses Phänomen gesehen und geschildert[2].

Wenn man übrigens bei Thieren, deren normale Functionen in Folge der geschilderten Eingriffe schon bedeutend alterirt sind, die Ströme, welche bei kurzer Einwirkung auf das Herz nur eine vorübergehende, mehr oder wenig rasch sich wieder ausgleichende Störung der Herzthätigkeit herbeiführen, längere Zeit durch die Herzsubstanz hindurchgehen lässt, dann tritt ebenfalls ein kaum wieder auszugleichendes Sinken des arteriellen Druckes, verbunden mit den leistungsunfähigen wogenden und wühlenden Contractionen auf. Immer aber kann man bei

---

[1] l. c. pag. 129.

[2] Grosse Ähnlichkeit mit der hier besprochenen Erscheinung bieten die Verhältnisse, welche kürzlich J. Bernstein (Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Nerven- und Muskelsysteme, Heidelberg 1871, pag. 217) bei der Reizung des vom *Sinus venosus* getrennten Froschherzens mit dem constanten Strome besprochen hat. Es zeigte sich hiebei, dass das Präparat *in toto* beim Schlusse der Kette eine oder mehrere Contractionen ausführte, dann eine mehrere Secunden andauernde Pause eintrat, gleichsam „als ob es sich besinnen müsste", und dann erst das Herz anfing, rhythmische, in der Richtung des Stromes fortschreitende Pulsationen auszuführen. Die Richtigkeit der Bernstein'schen Versuche kann ich nach mehrfacher Wiederholung derselben vollständig bestätigen.

Thieren, die in Folge der starken Abkühlung sich, so zu sagen, dem Verhalten von Kaltblütern nähern, noch eher die Hoffnung hegen, dass sich die in Folge der directen electrischen Herzreizung aufgetretenen schweren Störungen in der Action des Kreislaufscentralorganes wieder ausgleichen.

In zwei Versuchen habe ich die in hohem Grade frappante Beobachtung gemacht, dass, nachdem der niedrige Blutdruck und die wogenden und wühlenden Bewegungen bis 5 und 7 Minuten gedauert, jegliche Spur einer Herzelevation aus der Blutdruckcurve verschwunden war und ich schon angeordnet hatte, den Versuch als beendigt anzusehen, plötzlich eine Zacke an der Curve erschien und im Verlauf mehrerer Secunden das Herz wieder rhythmische und kräftige Contractionen ausführte, die den Blutdruck wieder in die Höhe hoben. Dasselbe Thier konnte dann noch längere Zeit zu Versuchen benützt werden. Es ist aber hier besonders anzumerken, dass in den eben berichteten Versuchen eine sehr ausgiebige künstliche Respiration der Versuchsthiere unterhalten wurde.

Nachdem einmal gezeigt worden war, dass die directe Application inducirter Wechselströme einen so merkwürdigen Einfluss auf die Herzthätigkeit hat, erschien es sehr nahe liegend, nachzusehen, wie sich das Herz gegen constante Ströme verhalte. Einbrodt hat eine solche Versuchsreihe bereits durchgeführt, und auch schon darauf hingewiesen, dass ein constanter Strom, wenn er durch ein energisch sich contrahirendes Herz hindurchgeleitet wird, aus verschiedenen Ursachen die Eigenschaft der Constanz einbüssen muss. Da der Strom in Folge der Formveränderung des Herzens, der Vergrösserung und Verkleinerung der als Nebenschliessung wirkenden Lungen, fortwährend kleine Schwankungen erfahren muss, so hätten auch unpolarisirbare Electroden einen ganz constanten Strom nicht liefern können. Indem man also streng genommen von der Reizung mit constantem Strome überhaupt nicht sprechen kann, sondern nur von einer Reizung mit Strömen, die keine steilen Intensitätsschwankungen zeigen, wurde es auch unterlassen, unpolarisirbare Electroden anzuwenden.

Auch bei dieser Versuchsreihe wurde gewöhnlich der Thorax eröffnet und direct dem Herzen der Strom zugeführt.

Um im weitesten Grade die Ströme ihrer Intensität nach abstufen zu können, ebenso um nach Belieben die Richtung derselben durch das Herz variiren zu können wurden zwischen stromzuführende Electroden und stromliefernde Vorrichtung (1 Grove oder 1—4 Daniell) ein Du Bois-Sauerwald'sches Rheochord und ein Stromwender eingeschaltet.

Während, wie oben berichtet, in Rücksicht auf die Wirkung inducirter Wechselströme auf die Leistungen des Herzens eine Differenz zwischen den Angaben Einbrodt's und den meinen nicht besteht, wird sich eine solche für die Wirkung der constanten Ströme, wie alsbald auseinandergesetzt werden wird, herausstellen.

Wenn man den constanten Strom, durch Abschieben des Stahlbüchsenschlittens am Du Bois-Sauerwald'schen Rheochord von der Nullstellung, in das Herz „einschleicht", so ist stets die erste Wirkung, die an der kymographischen Curve zum Ausdrucke kommt, ein Absinken des Blutdruckes, verbunden mit Unregelmässigkeiten und Intermissionen des Herzschlages, die sowohl an der Blutdruckcurve, besser noch durch die directe Inspection des blosgelegten Herzens sich zu erkennen geben. Bei noch sehr schwachem Strome kehrt alsbald mit dem Öffnen des Stromes der vorher bestandene Herzschlag und Blutdruck zurück. Mit zunehmender Verstärkung des Stromes, hervorgebracht durch weiteres Abschieben des Rheochordschlittens, zeigen diese Erscheinungen eine Verstärkung, bis endlich, bei einer bestimmten Stromstärke, die Wirkungen des constanten Stromes und der inducirten Ströme sich decken, d. h. auch der constante Strom jene schwere Störung in der Coordination und Leistungsfähigkeit der Herzcontractionen hervorruft, die wir oben für die inducirten Ströme geschildert haben. Auch hier sind es durchaus nicht übermächtige Ströme, wie man allenfalls glauben könnte, sondern Ströme von sehr mässiger Intensität, die in so deletärer Weise auf das Herz wirken.

Je länger der Strom selbst bei sehr geringer Stärke desselben durch das Herz geschlossen bleibt, desto näher liegt die Gefahr, dass die eingreifend gestörte Thätigkeit des Organes sich überhaupt nicht wieder einstellt.

Einbrodt sagt über die Reizung des Herzens mit dem constanten Strome Folgendes[1]: „Wenn der reizende Strom bei gleicher Schliessungsdauer von geringerer zu immer grösserer Stärke anwächst, so wird, wie zuerst Eckhardt angegeben, die Herzbewegung anfangs eine mehr und mehr beschleunigte, und zugleich steigt hierbei der Seitendruck des Blutes bedeutend; diese Erhöhung des Blutdruckes erreicht jedoch mit der steigenden Stromstärke bald ein Maximum, indem er mit der noch weiter fortschreitenden Stromintensität abnimmt, und zwar so weit, bis endlich das Herz und zwar in Diastole stille steht, in Folge dessen das Thier alsbald stirbt."

Die hier angeführte Schilderung der Wirkung des constanten Stromes steht in allen Punkten in vollem Widerspruche mit den Resultaten der von mir angestellten Versuche. Eine Beschleunigung der normalen Herzbewegung kam niemals zur Beobachtung; die Contractionswellen aber, welche in Folge der Reizung in unregelmässiger und allerdings oft sehr rascher Weise über die Herzmusculatur hinlaufen, darf man durchaus nicht als normale Herzbewegung auffassen. Von einem Ansteigen des Druckes konnte niemals etwas beobachtet werden; immer war der erste Effect, den die mit aller Sorgfalt in das Herz eingeschlichenen Ströme zeigten, ein Absinken des Druckes, verbunden mit Intermissionen in den normalen Contractionen oder wogenden und wühlenden Bewegungen, die sich von dem Zustande der Diastole wesentlich unterscheiden.

Da die von mir angewendete Methode des Einschleichens des Stromes die möglichste Garantie dafür bot, dass wirklich alle Stromwerthe von Null ab zur Wirksamkeit gelangten, so brauche ich den von mir angestellten Versuchen gegenüber kaum die Furcht zu hegen, dass mir die zur Hervorrufung einer Drucksteigerung, resp. einer erhöhten Leistung des Herzens nothwendige Stromesintensität entgangen sei.

Wirft man übrigens einen Blick auf die von Einbrodt mitgetheilten Resultate seiner Einzelversuche, so dürfte sich leicht ergeben, dass die vermeintliche durch Reizung des Herzens mit

[1] Moleschott's Untersuchungen 1859, pag. 550.

dem constanten Strome erzielte Drucksteigerung nicht weiter in Betracht kommen kann.

Es findet sich verzeichnet im Versuch X

bei der I. Reizung eine Steigerung von 114·3 auf 130·8^{mm} Htg.
bei der III. Reizung eine Steigerung von 113·3 auf 117·9.

Da die Thiere in den Versuchen von Einbrodt nicht curarisirt waren, so können derartige Schwankungen im arteriellen Drucke, wie sie hier auf Rechnung der Herzreizung mit dem constanten Strome gesetzt werden, die mannigfachsten Ursachen haben. Die von mir für wahrscheinlich gehaltene Ansicht aber, dass die beobachtete Steigerung des Druckes nicht in einem directen Zusammenhange steht mit der Wirkung der Ströme, wird noch bekräftigt durch das Ergebniss der III. Reizung in dem eben vorgeführten Versuche X von Einbrodt, wobei der Druck nicht sowohl um wenige Millimeter stieg, sondern vielmehr von 112·9 auf 23·4 Mm. herabging. Eine so bedeutende negative Schwankung des Druckes aber liegt ausserhalb der Gränzen der normalen Aenderungen und ist offenbar eine Folge der Reizung gewesen, die eben immer die Leistungsfähigkeit des Herzens und damit den arteriellen Druck herabsetzt, wie es constant in den von mir angeführten Versuchen der Fall war.

Nach dem eben Mitgetheilten kann ich also Einbrodt durchaus nicht beistimmen, wenn er nur von constanten Strömen von einer gewissen Stärke behauptet, dass sie sich mit der Wirkung der inducirten Ströme auf das Herz decken.

Ich finde vielmehr, dass inducirte wie constante Ströme sich darin gleichen, dass sie, wenn sie ein in normaler Contraction sich befindliches Herz durchsetzen, dessen Thätigkeit dahin abändern, dass Intermissionen im Herzschlag auftreten und die normalen leistungsfähigen Zusammenziehungen des Herzmuskels in ein unregelmässiges Wogen und Wühlen übergehen, das nicht mehr im Stande ist, einen hohen Druck im arteriellen System zu unterhalten.

Demnach dürfte es auch kaum von Erfolg begleitet sein, wenn man, nach dem Rathe von Einbrodt, die Reizung des Herzens mit dem constanten Strome als methodisches Hülfsmittel herbeiziehen wollte, „um durch die Herzbewegung allein den

Blutdruck in nicht unbeträchtlichen Grenzen augenblicklich zu erhöhen", während ich mit dem genannten Autor darin übereinstimme, dass die directe Reizung des Herzens, sowohl mit inducirten als mit constanten Strömen von mässiger Stärke, hinreicht, „den Tod eines Thieres ohne Verletzung seiner Nervencentren und ohne Veränderung seiner Blutmasse bequem herbeizuführen".

Obwohl auf den ersten Blick einleuchtend ist, dass die normalen Herzcontractionen einen wesentlich anderen Vorgang darstellen als die durch directe electrische Reizung der Herzmusculatur hervorgerufenen Bewegungserscheinungen, so erschien es dennoch von Interesse, sich darüber directe Kenntniss zu verschaffen, wie die Reizung der hemmenden Fasern im N. vagus sich den letzteren gegenüber verhalten möge.

Das übereinstimmende Resultat der nach dieser Richtung von mir angestellten Versuche war, dass über die durch directe Reizung des Herzens hervorgerufenen wogenden und wühlenden Bewegungen die gereizten Hemmungsfasern im Vagus keine Macht besitzen.

Aus dieser Thatsache lässt sich ebenfalls der Schluss ziehen, dass die bei directer Reizung des Herzens auftretenden Bewegungen wesentlich von der normalen Herzcontraction verschieden sind.

Meine Beobachtungen bezüglich des Einflusses der Vagusreizung auf das durch electrische Reizung seiner Substanz stürmisch aufgeregte Herz stimmen überein mit denen von Ludwig und Hoffa[1]; keinesfalls aber kann die Berechtigung der Angabe von Einbrodt[2] anerkannt werden, dahin lautend: „Das Herzzittern, welches die unmittelbare Herzreizung zurückliess, konnte durch die Vaguserregung wieder zum Stillstand gebracht werden u. s. w."

Obwohl sich mir aus dem ganzen Verlaufe der durch directe electrische Herzreizung hervorgerufenen Erscheinungen leicht die Ansicht aufdrängte, dass es sich hiebei wahrscheinlich nicht

[1] l. c. pag. 131.
[2] l. c. pag. 547.

um die Beeinflussung von nervösen Gebilden handelte [1], so wollte ich doch nicht unterlassen zu prüfen, wie sich die Erfolge der directen Herzreizung gestalten mögen unter Bedingungen, bei denen, nach den jetzt allgemein herrschenden Annahmen, grössere im Herzen selbst gelegene nervöse Apparate in ihrer Wirkung ausgeschaltet worden. Zu dem Behufe habe ich die Reizung applicirt auf Herzen von Thieren, die durch Curare oder Atropin so vergiftet waren, dass die Reizung der Hemmungsfasern wirkungslos geworden. Es war aber kein Unterschied in der Wirkung zu constatiren, wenn die Ströme ein ganz normales Herz oder ein solches durchsetzten, welches durch Curare oder Atropin den N. vagis gegenüber in einen veränderten Zustand versetzt war.

Aus den in den vorstehenden Blättern geschilderten Versuchsresultaten lässt sich mit Leichtigkeit entnehmen, wie wenig wir mit den Vorschlägen der Praktiker übereinstimmen können, ein auf was immer für eine Weise leistungsunfähig gewordenes Herz durch die electrische Reizung wieder zu einer normalen Thätigkeit anzuregen. In dieser Hinsicht hat in jüngster Zeit Steiner [2] specielle Vorschläge gemacht. Ohne in eine ausführliche Kritik der von diesem Autor angestellten Versuche einzutreten, durch welche er den Satz beweisen wollte: „die Electropunctur des Herzens ist ungefährlich" wollen wir nur bemerken, dass in Steiner's Versuchen keine Garantie vorlag, dass das Herz wirklich von Strömen durchflossen wurde. Die Wiederholung der von mir angestellten Versuche wird in überzeugender Weise die Wahrheit des Satzes darthun: „die galvanische Reizung des Herzmuskels vernichtet oder schwächt die normale Thätigkeit dieses Organes".

---

[1] Ludwig und Hoffa l. c. pag. 131 sind derselben Ansicht, wenn sie sagen: „dass der ganze Hergang nicht so aufgefasst werden darf, als ob durch den Rotationsapparat gleichzeitig zwei verschiedene Nervensysteme gereizt würden, die je nach dem wechselnden Überwiegen bald des einen, bald des anderen, entweder Systole oder Diastole hervorriefen".

[2] Über die Electropunctur des Herzens als Wiederbelebungsmittel in der Chloroformsyncope in Langenbeck's Archiv für Chirurgie XII, pag. 741.

Es muss daher bei insufficienter Thätigkeit des Herzens von der electrischen Reizung desselben, als von einer sehr gefahrvollen Massregel, in dringender Weise abgerathen werden. Man darf nie vergessen, dass das, was an anderen Muskeln erlaubt ist, auf das in morphologischer und functioneller Beziehung eine Sonderstellung einnehmende Herz nicht schlechtweg übertragen werden darf.

Es liegt nahe, an die geschilderten Einflüsse der directen electrischen Reizung des Säugethierherzens eine Reihe von theoretischen Betrachtungen über die Herzbewegung zu knüpfen. Ich verschiebe aber die Erörterungen hierüber, bis ich die Wirkungen mechanischer Reize auf das Säugethierherz und die einschlägigen Versuche am Froschherzen in einer weiteren Arbeit werde geschildert haben.

Erklärung der Abbildungen.

Die beigegebenen Curven sind die genauen Copien der mit
Kymographion erhaltenen Originale. Die Zeitmarken auf der unteren Ger
sind Doppelsecunden. In Curve IV ist die Abscisse um 30 Millimeter
rückt; auf der Abscisse sind die während des Versuches vorgenomm
Eingriffe angemerkt. Im Übrigen gilt das in früheren in diesen Beri
publicirten Abhandlungen Angeführte.

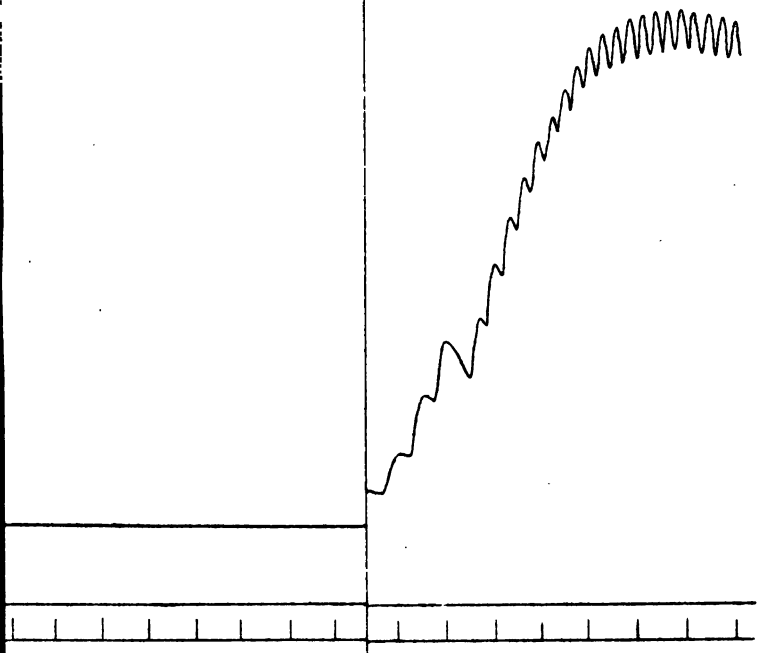
Die Curven stammen von curarisirten Katzen.

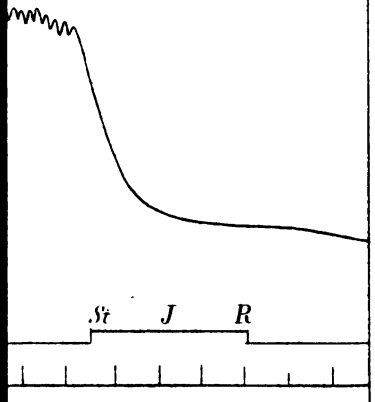
Curve 1 zeigt den Effect der Inductionsreizung. Bei *JR* wurd
Reizung instituirt. Bei *E* fängt das Herz wieder an, langsame und kr
normale Contractionen auszuführen.

Curve II. Bei *Sch JR* erster Effect einer schwachen Inductionsrei
dasselbe bei *J*, mit der Verstärkung der Reizung bei *St. J. R.* Auss
der Contractionen, wogende und wühlende Bewegungen mit sehr nied
Druck.

Curve III. Bei *CS* eingeschlichener constanter Strom von 4 D
Als die erste Wirkung auftrat, stand der Schlitten des Du Bois-Sauer
schen Rheochords auf 28. Bei *J* Reizung bei demselben Schlittenab
Bei 32 zwei Reizungen bei dem Abstand des Schlittens 32.

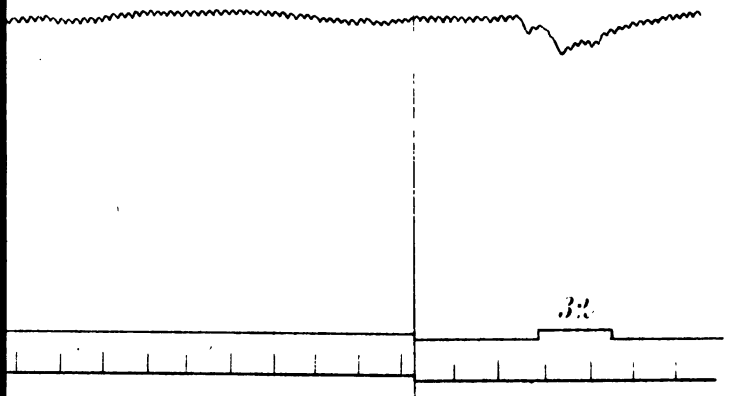
Curve IV zeigt ebenfalls die Wirkung des constanten Str
4 Daniell Abstand 40 des Schlittens am Du-Bois-Sauerwald
Rheochord.





Druck von Jos. Wagner in Wien

Taf. II



Druck v. Ig. Wagner in Wien.

Untersuchungen über das Protoplasma.

Von **C. Heitzmann.**

V. Die Entzündung der Beinhaut, des Knochens und des Knorpels.

(Mit 1 Tafel.)

Entzündung der Beinhaut. Wenn man Knochen eines Säugethieres, — in meinen Fällen von Hunden, Katzen und Kaninchen, — durch eine Schädlichkeit künstlich zur Entzündung bringt, so ruft man in der Umgebung der verletzten Stelle in der Regel auch Entzündung des Periosts hervor. Die Erscheinungen sind identisch sowohl am verkalkten Periost (Periostknochen), wie im nicht verkalkten, streifig-bändrigen Periostgewebe.

Das Bild, welches das Periost des Schulterblattes einer älteren Katze am dritten Tage der Entzündung, an Chromsäure-Präparaten bietet, ist aus Fig. 1 ersichtlich. Wir erkennen, dass an Stelle des streifig-bändrigen Gefüges der Beinhaut eine Summe von theils rundlichen, theils spindelförmigen, grösstentheils kernhältigen Elementen vorhanden ist, welche in rautenförmigen Feldern gruppirt erscheinen.

Die Analyse der Elemente ergibt nun Folgendes:

Einzelne Elemente enthalten je ein centrales, homogenes oder von Vacuolen durchbrochenes, gelblich glänzendes Klümpchen (*a*), oder ähnliche kleinere in variabler Anzahl (*b*); um diese Klümpchen herum liegt je eine blasse, feinkörnige Zone. Andere Elemente besitzen nebst einem homogenen Klümpchen je einen blassen Kern (*c*), oder auch nur Einen Kern von sehr verschiedener Grösse und von rundlicher Gestalt (*d*). Im blasenförmigen Kerne sieht man bald ein grosses, bald ein bis drei kleinere Kernkörperchen. Endlich trifft man Elemente, in welchen keine

Kerne, dagegen in gewissen Entfernungen von einander eingestreute kernkörperchenähnliche Bildungen (*e*) nachweisbar sind. Zwischen den rautenförmigen Gruppen der geschilderten Elemente liegen schmale, spindelförmige Protoplasmakörper, vielleicht auf ihrer Kante aufgestellte, flache Spindeln. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Elementen aller genannten Formen stellen schmale, helle Säume dar, welche sämmtlich von queren, grauen, überaus feinen Streifen durchzogen sind.

Hier ist also das Periost in Elemente zerfallen, genau ähnlich jenen, welche die Grundlage zur Entwicklung von Periostgewebe abgegeben haben.

Noch schärfer tritt dieses Verhältniss an Präparaten hervor, welche ich von einer 5tägig entzündeten Beinhaut, nach Subcutan-Bruch der Unterschenkelknochen einer jungen, erwachsenen Katze erhalten habe (Fig. 2). Im entzündeten Periost kann man überall noch die elastischen Streifen erkennen (*aa*), welche das Gewebe in rautenförmige Bänder abtheilen. Manche Bänder sind aus Reihen rundlicher Elemente zusammengesetzt (*b*); andere in eine Summe von spindelförmigen Körpern aufgelöst (*c*), und wieder andere bestehen zum Theile aus solchen Körpern, zum Theile haben sie den Character des Periostbandes beibehalten (*d*). Der Übergang von granulirten Protoplasmakörpern in mit Grundsubstanz infiltrirte, anscheinend homogene Periost-Rauten ist nirgends ein jäher; vielmehr klingt das Bild von den ersteren gegen die letzteren so ab, dass sogar je eine Raute wieder theilweise blass gekörnt, theilweise grundsubstanzhältig erscheint. Die einzelnen Protoplasmakörper bieten auch in diesem Objecte ausnahmslos das oben geschilderte Verhalten.

Das in Rede stehende Periost ist im Gebiete der intensivsten Entzündung an grossen Strecken in eine Anzahl rundlicher Elemente aufgelöst, die besonders dicht in der unmittelbaren Umgebung der Blutgefässe beisammen liegen. In den Feldern zwischen den Blutgefässen sind verschieden grosse Gruppen, und auch einzelne Elemente von im Chromsäure-Präparate structurlos erscheinenden Grundsubstanz-Zonen umgeben, genau so, wie man dies im normalen Markgewebe beobachten kann. Aus den Gruppen der letztgenannten Art geht, wie man im Verfolge der Veränderungen des Callus an späteren Tagen beob-

achten kann, Knorpelgewebe hervor. Ich habe dieses Gewebe und dessen Entwicklung bereits geschildert[1], und verweise bezüglich des Details auf Fig. 3.

In den Höhlen der vorwiegend streifigen Grundsubstanz sind eingebettet theils grosse, blasse, kernhältige Protoplasmakörper (*a*); theils kleinere, von Vacuolen durchsetzte, gelbliche, glänzende Klümpchen (*b*); theils eine verschieden grosse Anzahl solcher Klümpchen (*c*). Endlich gibt es sehr kleine Höhlen in der Grundsubstanz, welche nur je ein winziges, gelblich glänzendes Klümpchen enthalten (*d*).

Der Bau dieses Gewebes stimmt in allen Dingen mit dem Baue des normalen Knorpels überein. Nur ist in die Augen fallend, dass sämmtliche Protoplasmakörper und auch deren Kerne stark glänzende, gelbliche Körnchen und Gruppen solcher Körnchen, die Knotenpunkte des Maschenwerkes der lebenden Substanz, enthalten. Es entsprechen eben diese Anhäufungen von lebender Materie innerhalb des Protoplasmas einer von mir schon früher beschriebenen Jugendform des letzteren.

Das ganze neugebildete Knorpelgewebe ist von starren, geradlinigen, glänzenden Fasern durchzogen, welche dasselbe in verschieden grosse, rautenförmige Felder abtheilen. Diese elastischen Fasern haben ursprünglich dem Periostgewebe angehört und sind vom Entzündungsprocesse unberührt geblieben. Sie sind auch noch im Gebiete des verkalkten Knorpels kenntlich und durchziehen hier anscheinend regellos sowohl die Grundsubstanz, wie auch die neu aufgetretenen Ausschmelzungsräume.

Dass die Producte des entzündeten Periosts übrigens nicht nur indifferente Markelemente und Knorpelgewebe, sondern auch rothe Blutkörper sein können, habe ich schon l. c. dargethan. Die der Blutkörperbildung zu Grunde liegenden Vorgänge sollen, um Wiederholungen zu vermeiden, im folgenden Abschnitte Erörterung finden.

Entzündung des Knochens. Die Befunde im entzündeten Knochen sind von mir[2] zum Theile schon geschildert wor-

[1] Über die Rück- und Neubildung von Blutgefässen im Knochen und Knorpel. Medic. Jahrb. 1873.

[2] Studien am Knochen und Knorpel. Medic. Jahrb. 1872.

den. Spätere, wiederholte Untersuchungen haben es mir ermöglicht, eine Übersicht über die Gesammtheit der Geschehnisse bei der Entzündung des Knochens bis zum achten Tage derselben, zu gewinnen. Dieselben lassen sich in zweierlei, eng durcheinander geflochtene Vorgänge trennen; der eine betrifft das Freiwerden, der andere die Verjüngung des Protoplasmas.

In den frühesten Stadien der Entzündung — 26 Stunden nach der Verletzung — und an der Periferie des Entzündungsherdes auch an späteren Tagen, kommt eine Lösung der Kalksalze der Grundsubstanz in buchtigen Feldern zu Stande, welche die Gewebseinheit (das Territorium) nicht immer in toto, sondern häufig nur theilweise betrifft.

Im weiteren Verlaufe des Processes wird die entkalkte Grundsubstanz ausgelöst, und es liegen nun platte, rundliche Protoplasmakörper theils vereinzelt, theils in verschmolzenen Gruppen vor, je welche central den ursprünglichen Kern der „Knochenzelle" enthalten. Innerhalb vieler verschmolzenen Gruppen sind eine Anzahl neuer Kerne aufgetaucht, und der vielkernige Körper bietet das unter dem Namen „Myeloplax" bekannte Aussehen. Ein vielkerniger Protoplasmakörper entspricht je Einer, oder mehreren, unter einander verschmolzenen Knochengewebseinheiten; er ist also die protoplasmatische Grundlage der Knochengewebseinheit selbst [1].

---

[1] Die von ihrem Entdecker Ch. Robin (1864) „Myeloplaxes" genannten Bildungen haben im Laufe der Zeit verschiedene Deutungen und Benennungen erfahren.

J. Bredichin (Centralblatt f. d. medic. Wissensch. 1867. Nr. 36) fasst dieselben als eine Übergangsstufe der Umwandlung des Knochengewebes in Knochenmark- und Granulationsgewebe auf; als Knochenzellen, welche nebst ihren Territorien von der übrigen Knochenmasse bei gleichzeitiger Vermehrung der Kerne abgetrennt sind. Dieser Forscher hatte demnach eine Anschauung, welche als richtig bezeichnet werden kann, wenn man berücksichtigt, dass ihm das Vorhandensein von lebender Materie innerhalb des Territoriums unbekannt war.

A. Kölliker (Verhandl. d. Würzburger phys. medic. Gesellsch. N. F. Bd. II. 1872) bestreitet die Auffassung von Bredichin; nach ihm entstehen die Riesenzellen — „Osteoklasten" — durch eine Umgestaltung der Bildungszellen des Knochengewebes, der Osteoblasten. Sie sind nach K. die Organe, welche das Knochen- und Zahngewebe auflösen.

Ein vielkerniger Protoplasmakörper kann an der Periferie des Entzündungsbezirkes sofort die Grundlage zur neuen Bildung von Knochengewebe abgeben; oder er zerfällt an mehr centralen Stellen des Bezirkes in eine Anzahl von Elementen, deren Jedes je einen Kern besitzt. Diese Elemente sowohl, wie die grösseren Protoplasmalager sind von analogen Nachbarbildungen durch schmale, helle Säume abgegrenzt, welche von queren Fädchen durchzogen werden, den lebendigen Brücken, die sämmtliche neu aufgetauchten Elemente unter einander und mit den benachbarten nicht ausgelösten Knochenkörpern verbinden [1].

Die bisher geschilderte Reihe von Veränderungen kann mitten im Knochengewebe sowohl, wie auch am Rande von Gefässkanälen in allen Übergängen verfolgt werden. Die Ausschmelzung der kalkfreien Grundsubstanz beginnt stets am Rande der Knochenhöhle, also in der Umgebung des nicht infiltrirten Protoplasmakörpers, und schreitet gegen die Periferie der Gewebseinheit weiter. Man kann sich überzeugen, dass nicht der centrale Knochenkörper (die Knochenzelle) vergrössert wird, sondern stets nur ein Schwund der Grundsubstanz erfolgt, welcher zum Freiwerden des Protoplasmas führt. Das Protoplasma, welches vor der Entzündung nur am Knochenkörperchen sichtbar war, wird jetzt in der ganzen Gewebseinheit sichtbar. Das Resultat dieser Vorgänge aber ist, dass die ganze, früher knöcherne Grundsubstanz in eine Anzahl platter, spindelförmiger, kernhältiger Protoplasma-

---

Ähnliche Anschauungen vertritt G. Wegner (Virchow's Archiv. LVI. Bd. 1872). Ihm scheinen die Myeloplaxen wahre Auswüchse, Sprossen der Gefässwandungen zu sein. Sie entwickeln sich nach W. zu Gefässen, zu Fasergewebe, oder vielleicht zu Markzellen.

Die vielkernigen Protoplasmakörper sind aber bekanntlich keineswegs dem Knochenmarkgewebe specifisch zukommende Bildungen; sie erscheinen vielmehr überall da, wo das Protoplasma eine Gewebseinheit erzeugt, bevor die Infiltration mit Grundsubstanz eingetreten ist; oder wo die Grundsubstanz in normalen oder krankhaften Processen langsam ausgeschmolzen, die Gewebseinheiten demnach frei wurden.

[1] An vielkernigen Protoplasmakörpern stellen diese Fädchen die von verschiedenen Beobachtern als „Cilien" bezeichneten Bildungen dar.

körper zerfällt. (Fig. 4 *a*.) Die lebende Materie innerhalb der Grundsubstanz, und nicht etwa die letztere selbst, hat das Materiale für diese nicht neugebildeten, sondern nur sichtbar gewordenen und in neuen Gruppen gelagerten Elemente abgegeben.

Die Formen der neu aufgetauchten Elemente stimmen vollständig mit jenen überein, welche in normalen Gefässkanälen älterer Thiere den Raum zwischen Blutgefäss und Knochenwand erfüllen. Es sind eben Markelemente im Indifferenz-Stadium (Osteoblasten).

Bis zum achten Tage der Entzündung können an der Oberfläche des entzündeten Knochengewebes die Elemente der Ausschmelzungsräume wieder in „osteoides" Gewebe umgewandelt werden dadurch, dass ein Theil derselben mit Kalksalzen infiltrirt wird (Fig. 5). Es entstehen dann stark glänzende Bälkchen, zwischen welchen in unregelmässig angeordneten Höhlen zum Theile kernhältige Protoplasmakörper übrig bleiben.

Die zweite Reihe der Veränderungen betrifft das Protoplasma selbst: dasselbe kehrt aus der Lebensphase des höheren Alters in relativ kurzer Zeit zum Jugendzustande zurück. Dieser Vorgang betrifft zuerst, und ganz constant den homogenen Kern an jüngeren, und das Kernkörperchen an älteren Thieren (Fig. 4 *b*). Der Kern wird zu einem glänzenden, gelblichen Körper umgewandelt, welcher sofort in mehrere Klümpchen zerklüftet. Im Entzündungsherde trifft man auch in noch nicht ausgeschmolzenen Knochenlamellen vom zweiten bis dritten Tage der Entzündung an, vorwiegend Knochenkörperchen mit getheilten Kernen.

Der eben bezeichnete Vorgang betrifft sehr häufig einen grösseren Theil des Knochenkörperchens (der „Knochenzelle"), oder auch das ganze Knochenkörperchen.

Das letztere wird theilweise oder ganz zu einem gelblichen, glänzenden Klümpchen umgewandelt, und bietet jetzt das Aussehen, wie ich es (l. c.) als hämatoblastisch geschildert habe. Um das homogene Klümpchen herum erfolgt die Ausschmelzung der Grundsubstanz genau so, wie in dem zuerst beschriebenen Entzündungsbilde.

Die Rückkehr zum Jugendzustande kann aber relativ frühzeitig nicht nur den centralen Knochenkörper, sondern auch

einen variablen Antheil der in der Grundsubstanz eingeschlossenen lebenden Materie betreffen. Es können nicht nur einzelne Ausläufer des Knochenkörperchens verbreitert werden, sondern in denselben kann unabhängig vom centralen Protoplasmakörper eine Rückkehr zum Jugendzustande stattfinden (l. c.).

Endlich kann dieser Vorgang die ganze, innerhalb der Gewebseinheit vorhandene lebende Materie betreffen, und dann entstehen Bilder, deren Eines ich (l. c. Taf. IX, Fig. 3) gezeichnet habe. Hier ist die Verjüngung des Protoplasmas der Ausschmelzung der Grundsubstanz vorausgegangen.

Das Resultat der Verjüngung ist verschieden, je nach dem Grade derselben.

Es entstehen aus dem Knochenkörperchen sowohl, wie aus der lebenden Materie der Grundsubstanz eine Summe glänzender, homogener Klümpchen (Fig. 4 *c*), deren Jedes, selbst das winzigste befähigt ist, je ein neues Element zu bilden. Dieser Neubildungsprocess, welcher in Ausschmelzungsräumen schrittweise verfolgt werden kann, ist darin begründet, dass sich in der compacten lebenden Materie wieder ein Maschenwerk differenzirt; darin also, dass das Jugend-Protoplasma nach und nach in ein höheres Alter eintritt. Jedes Klümpchen und jedes Element bleibt unter diesen Verhältnissen mit allen seinen Nachbarn in ununterbrochener, lebendiger Verbindung.

Wenn die Zerklüftung des jungen Protoplasmas in kleine Klümpchen sehr früh und rapid erfolgt, dann entstehen Gebilde, welche ich als Hämatoblasten bezeichnet habe. Aus jedem Hämatoblasten kann, wenn seine directe Verbindung mit den Nachbar-Elementen gelöst und seine Periferie verdichtet wird, ein rothes Blutkörperchen hervorgehen. Die neu entstandenen Blutkörper liegen in und zwischen anderen Protoplasmakörpern; oder sie werden von einer Schale jungen, durch Vacuolenbildung hohl gewordenen Protoplasmas eingeschlossen, — die erste Anlage von Blutgefässen, welche von Haus aus rothe Blutkörper enthalten.

Die zweite Reihe der geschilderten Veränderungen bei der Entzündung des Knochens führt zu Bildungen, wie wir sie in der unmittelbaren Nähe des Entzündungsherdes constant antreffen. Eine Anzahl von neugebildeten Ausschmelzungsräumen

ist hier nämlich erfüllt mit gelblichen, glänzenden Markelementen, welche in den Formen und im Verhalten ihrer Grundsubstanz den normalen, jugendlichen Markelementen völlig analog sind. In derartigen Ausschmelzungsräumen erfolgt stets mehr oder weniger reiche, bisweilen sogar massenhafte Neubildung von rothen Blutkörpern und, wenn auch nicht constant, von Blutgefässen. In der Regel enthalten die Ausschmelzungsräume vorwiegend central Blut und Blutgefässe, perifer hingegen Protoplasmakörper von verschiedener Grösse. Dass übrigens rothe Blutkörperchen auch in vielkernigen Protoplasmakörpern, und Blutgefässe aus denselben entstehen können, habe ich (l. c.) nachgewiesen.

Ich muss schliesslich noch einmal betonen, dass der lebendige Zusammenhang der Protoplasmakörper bei der nicht eiterigen Entzündung des Knochens nicht unterbrochen wird.

Eine constatirbare Isolirung erleiden nur die rothen Blut- und die Eiterkörperchen. Erstere schwimmen in einer Flüssigkeit, deren Auftreten mit einem theilweisen Zugrundegehen, Abblassen und Schwinden von Protoplasma verbunden ist. Die Bildung von Blutflüssigkeit geschieht stets innerhalb der ersten Vacuolen (l. c.), der ersten Gefässschläuche, und die Flüssigkeit sowohl, wie die neuen, fertigen rothen Blutkörper werden, sobald die neuen Gefässschläuche mit den älteren in Verbindung treten, Gegenstand des Blutkreislaufes. Dass endlich aus dem freigewordenen Protoplasma des Knochengewebes bei der Entzündung Eiterkörper hervorgehen können, hat J. v. Rustizky[1] bereits dargethan.

Entzündung des Knorpels. Die durch die l. c. dargestellten Befunde im entzündeten Knorpel begründeten Thatsachen sind folgende:

Verletzungen des Hyalin-Knorpelgewebes allein führen, selbst wenn sie mit den intensivsten Reizmitteln — Glüheisen — erzeugt werden, nur zu unbedeutenden Veränderungen in der nächsten Umgebung der verletzten Stelle. Der Entzündungsbezirk ist räumlich sehr gering, oder ein solcher fehlt vollständig.

[1] Untersuchungen über Knocheneiterung. Medic. Jahrb. 1871.

Dagegen führt eine Verletzung selbst mächtiger Knorpellager, z. B. des Kniegelenkknorpels, sofort zu Veränderungen im Knorpelgewebe, wenn mit dem Knorpel gleichzeitig der Knochen verletzt wird. In der Grundsubstanz des Knorpels erfolgt nämlich unter diesen Verhältnissen eine Ablagerung von Kalksalzen in einer, je näher der Knochenwunde, desto breiteren Zone um die Knorpelwunde herum (Fig. 6). Gleichzeitig werden innerhalb des Kalkgebietes die Knorpelkörper zu gelblichen, glänzenden Klümpchen umgewandelt, — die Protoplasmakörper („Zellen") kehren in den Jugendzustand zurück. Die Ausschmelzung der verkalkten Grundsubstanz geschieht, ausgehend vom Wundrande, in buchtigen Räumen, analog jenen des entzündeten Knochengewebes (Fig. 7).

Das Resultat dieser Vorgänge ist ein Auftauchen von neuen Elementen nicht nur aus dem Materiale des nicht infiltrirten Knorpelprotoplasmas, sondern auch aus dem, in der Grundsubstanz eingelagerten, mächtigen Antheile der lebenden Substanz.

Die frei gewordenen, in neue Elemente differenzirten Protoplasmakörper sind theils rund, theils spindelförmig und in Form und Aussehen durchaus jenen des jungen Markgewebes gleich.

In dünnen Lagen des hyalinen Knorpelgewebes, z. B. am Knorpelrande der Scapula-Platte, kann streckenweise bei gleichzeitiger Verletzung des Knorpels und des Knochens eine directe Ausschmelzung der Knorpelgrundsubstanz, ohne vorausgegangene Verkalkung derselben, eintreten. Dann werden die Knorpelgewebseinheiten zunächst zu vielkernigen Protoplasmakörpern umgewandelt, und schliesslich in eine Summe von rundlichen, kernhältigen Klümpchen aufgelöst, die jedoch sämmtlich untereinander sowohl, wie mit den nicht ausgeschmolzenen Gewebseinheiten des Knorpels in lebendigem, durch zarte Speichen vermittelten Zusammenhange bleiben. Es sind dies eben dieselben Elemente, aus welchen die Knorpelgewebseinheiten ursprünglich hervorgegangen sind.

Der gleiche Vorgang ist endlich an den Kanten und Seitenflächen des Kniegelenkknorpels des Oberschenkelbeins zu verfolgen, wo es sehr frühzeitig zur Bildung von sogenannten „Zellennestern" innerhalb einer streifig gewordenen Grund-

substanz kommt. Hier treten zunächst vielkernige Protoplasmakörper auf, welche übrigens schon R. Redfern [1] gekannt hat. Zerfällt ein solcher Körper in eine Anzahl kernhältiger Elemente, dann bleiben zunächst auch hier die neu aufgetauchten Klümpchen untereinander sowohl, wie mit ihren Nachbarn in Verbindung.

Dass in allen aufgezählten Formen der Knorpelentzündung Neubildung von Blut und Blutgefässen stattfindet, habe ich schon l. c. dargethan; der Vorgang ist im Wesentlichen überall derselbe, wie ich ihn am entzündeten Knochengewebe schilderte.

Nur einmal, unter einer grossen Zahl von Versuchen, künstlich Entzündung des Periosts, des Knochens und des Knorpels an Hunden, Katzen und Kaninchen herbeizuführen, habe ich bei einem Kaninchen Eiteransammlung im Kniegelenke am siebenten Tage der Entzündung constatiren können. Die nähere Untersuchung ergab, dass die freie Knorpeloberfläche sowohl, wie die Synovialhaut mit einer, von der Unterlage nicht scharf abgegrenzten, fast continuirlichen, vielkernigen Protoplasmalage bedeckt war. In der dicken, käsig-breiigen Eitermasse fand ich grössere und kleinere mehrkernige Klümpchen und isolirte, blasse, kernhältige Körper, „Eiterzellen" in grossen Mengen, welche von einander durch eine flüssige Substanz, das Eiterserum, getrennt erschienen.

Das Wesen der Entzündung wurde von der Humoralpathologie bekanntlich vorwiegend in einer Erkrankung des Blutes und einer Ausschwitzung von Blutflüssigkeit — Exsudat — gesucht; während die Cellularpathologie den Herd der Erkrankung vorwiegend in die Individuen, die Gewebszellen, verlegte. Die letztere, von Virchow ausgegangene Anschauung war die bis heute herrschende.

Die Anwesenheit von Exsudat, einer veränderten Blutflüssigkeit beim Entzündungsprocesse, innerhalb der Gewebe, braucht heute nicht erst erwiesen zu werden. Denn einerseits wurde sie von keiner Seite angezweifelt, und dann sind die Vor-

[1] Anormal nutrition in the articular cartilages. London 1850.

gänge bei der Entzündung des Knochens ohne die Annahme einer, die Lösung der Kalksalze und dann der osteogenen Grundsubstanz herbeiführenden Flüssigkeit überhaupt nicht erklärlich.

Aber auch das entzündete Knorpelgewebe liefert wichtige Anhaltspunkte für das Vorhandensein eines Exsudates. Der Umstand nämlich, dass man im Hyalin-Knorpelgewebe bei reiner Verletzung desselben nur höchst unbedeutende Veränderungen herbeizuführen vermag, während sofort beträchtliche Veränderungen im Knorpelgewebe eintreten, wenn gleichzeitig Knorpel und Knochen verletzt wurden, spricht für eine directe Abhängigkeit der entzündlichen Vorgänge von den Blutgefässen.

Die rasche Kalkablagerung im Knorpel kann ihre Quelle kaum irgendwo anders, als in einer, den Knorpelkörpern zugeführten Flüssigkeit haben. Der Umstand, dass bei Anlage eines in den Knorpel und den Knochen eindringenden Bohrloches am Rande des Loches in der Grundsubstanz des Knorpels Kalksalze deponirt werden, in einer gegen den Knochen zu sich verbreiternden Zone, spricht ferner dafür, dass von den Knochengefässen aus das Bohrloch mit einer Flüssigkeit überschwemmt wird, aus welcher die lebendige Substanz des Knorpels das ursprünglich gelöste Kalkmateriale bezieht, um dieses in der chondrogenen Grundsubstanz zu deponiren.

Aus der Summe der bis heute bei der Entzündung des Knorpels bekannten Thatsachen wird sich demnach keine Waffe schmieden lassen zur Bekämpfung der Lehre vom Exsudate und der Betheiligung des Blutes und der Blutgefässe beim Entzündungsprocesse; ebensowenig, als dies aus dem bisher bekannt gewordenen Beobachtungsmateriale bei Keratitis thunlich war.

Anders steht die Sache in Betreff der Veränderungen der präsumtiven Individuen, der „Zellen".

S. Stricker[1] hat zuerst klar ausgesprochen, dass die „Zellen" durch die Entzündung in einen Jugendzustand zurückgeführt werden, in welchem dieselben zur Proliferation befähigt sind. Die Aussage beruhte auf dem Nachweise der Veränderungen am Protoplasmakörper, seiner Schwellung, seines Amöboidwerdens, des Hervorgehens neuer Kerne und neuer Protoplasma-

[1] Studien aus dem Institute f. experiment. Pathologie in Wien. 1870.

körper aus dem alten, bei gleichzeitigem Zugrundegehen der „Intercellularsubstanz".

Diese Vorstellung lässt sich nun in allen Consequenzen nicht nur für die „Zellen", sondern für das ganze entzündete Gewebe überhaupt durchführen. Jedes Gewebe wird nämlich bei der Entzündung zunächst in einen Zustand zurückgeleitet, in welchem es bei seiner Entwicklung war, welcher also seinem Jugendzustande entspricht.

So löst sich bei der Entzündung das Knochengewebe in Elemente auf, aus welchen es hervorgegangen ist. Im Knochen werden durch die Lösung der Grundsubstanz Ausschmelzungsräume in gewissen Entfernungen von einander etablirt, die den entzündeten Knochen eines noch so alten Thieres schon in den gröberen Verhältnissen mit dem des neugeborenen gleich aussehend machen. Hiezu kommt, dass die Grundsubstanz bei der Entzündung den lamellösen Bau verliert und streckenweise ein streifiges Aussehen annimmt, wie dasselbe dem compacten Knochen des neugeborenen Thieres zukommt. Die Ausschmelzungsräume endlich sind erfüllt mit Elementen, welche mit jenen des Markgewebes, aus welchem das Knochengewebe hervorgegangen ist, identisch erscheinen.

Dasselbe geschieht mit dem Periost und mit dem Knorpel. Die Periostbänder, deren Grenzen durch die unveränderten „elastischen Fasern" kenntlich bleiben, werden zunächst aufgelöst in Reihen und Gruppen von runden und spindelförmigen Protoplasmakörpern, welche den ursprünglichen Periostbildnern nicht nur quod ad Form entsprechen, sondern mit ihnen geradezu identisch sind. Der Knorpel wird durch die Entzündung zerlegt in jene Markelemente, aus welchen sein Gewebe ursprünglich zusammengefügt ist.

Die Gesammtheit der durch den Entzündungsprocess zu Tage geförderten Elemente wurde bisher unter den Bezeichnungen: „entzündliche Neubildung", „Granulationsgewebe", und „Eiterung" subsummirt. In letzterer Zeit hat man auch jedes neu aufgetretene Element kurzweg als „Eiterkörperchen" bezeichnet.

Die neu aufgetauchten Elemente sind, wie sich aus meinen Beobachtungen ergibt, zunächst Elemente des Gewebes selbst; man wird deshalb von „entzündlicher Neubildung“ erst in späteren Stadien der Entzündung sprechen können, wenn aus dem frei gewordenen Protoplasma-Materiale eine Summe wirklich neu entstandener Körper hervorgegangen ist.

Die Bezeichnung „Granulationsgewebe“ dürfte nicht haltbar sein, denn durch die Entzündung wird kein neues Gewebe überhaupt producirt, sondern nur ein demjenigen analoges, aus welchem das entzündete Gewebe von Haus aus entstand — für Periost, Knochen und Knorpel also Markgewebe.

Die generelle Bezeichnung der entzündlichen Neubildung als „Eiterkörperbildung“ ist aber völlig unrichtig. Aus den geschilderten Befunden geht nämlich hervor, dass die neu aufgetauchten und neu gebildeten Elemente unter einander sowohl, wie mit dem nicht entzündeten Nachbargewebe in ununterbrochenem, lebendigen Zusammenhange stehen

Wenn bei der Entzündung eines Gewebes einzelne Protoplasmakörper aus der Continuität mit ihren Nachbarn scheiden, um als „Wanderzellen“ Locomotionen auszuführen, so geschieht dies augenscheinlich nur in vorübergehender Weise. Nur die neugebildeten Blutkörper, welche innerhalb der neugebildeten, dann mit älteren in Verbindung tretenden Blutgefässe liegen, werden dauernd von dem Mutterboden abgelöst.

Dagegen sind die, den Eiter constituirenden Eiterkörperchen wirklich isolirte, durch Flüssigkeit von einander getrennte Elemente. Der Eiter stellt aber kein Gewebe dar, und soweit bis jetzt bekannt und allgemein zugegeben wird, ist derselbe zur Gewebsbildung überhaupt nicht tauglich.

Es besteht demnach ein durchgreifender anatomischer Unterschied zwischen jenen Processen, welche die Pathologen als „plastische“ einerseits, und „eitrige Entzündung“ andererseits, bezeichnet haben. Es kann übrigens zugegeben werden, dass beide Processe auf nur graduell verschiedenen Ursachen beruhen.

Fassen wir nun die entzündlichen Veränderungen der lebenden Materie der Gewebseinheiten ins Auge. Dieser Materie wird bei der Entzündung wahrscheinlich zunächst ein

Plus von flüssigem Nahrungsmateriale zugeführt. Ob die Strömung der Flüssigkeit in Räumen geschieht, welche zwischen der lebenden Materie und der Grundsubstanz übrig bleiben, oder ob diese Flüssigkeit sofort in die lebende Substanz eingeht, von dieser getrunken wird, diese Frage kann durch die Beobachtung allerdings nicht gelöst werden.

Thatsache aber ist, dass das zugeführte Plus seine Wirkung zuerst vorwiegend häufig am, der Form nach jüngsten Antheile der Gewebseinheit, an den Kernkörperchen oder am Kerne des nicht infiltrirten Protoplasmakörpers äussert. Derselbe kehrt durchschnittlich zu allererst in den Jugendzustand zurück; er zerspaltet sich in mehrere Klümpchen; er wird getheilt — Virchow [1].

Die in der Grundsubstanz eingeschlossene lebende Materie reagirt auf die veränderte Flüssigkeitzufuhr in der Regel durch Auslösung ihrer Grundsubstanzhülle. Dann folgt die Verjüngung derselben in einer gewissen Zahl von Centren, deren jedes Einzelne je ein Kernkörperchen oder je einen Kern repräsentirt. Damit ist das geschilderte Bild der Rückkehr zum Jugendzustande des Gewebes hergestellt.

Näher dem Entzündungsherde betrifft die Verjüngung eine grössere Menge der lebenden Materie, welche zu compacten Klümpchen umgewandelt wird. Jedes dieser Klümpchen kann wieder zersplittern und jedes Theilchen kann die Grundlage eines neuen Protoplasmakörpers werden. Bleibt der Zusammenhang zwischen diesen Körpern erhalten, dann ist das Ergebniss Markgewebe; wird hingegen der Zusammenhang gelöst, so werden aus den compacten Splittern der lebenden Materie Hämatoblasten und schliesslich rothe Blutkörperchen.

Die Bildung neuer Elemente aus grösseren Protoplasmalagern kommt nachweislich dadurch zu Stande, dass sich innerhalb derselben in gewissen, von der Lagerung compacter Centren abhängigen Entfernungen Grenzen, sogenannte „Theilungsmarken", bilden; neue Kitt- oder Grundsubstanz, in welcher kein Maschenwerk, sondern nur zarte Speichen der lebenden

[1] Über die Theilung der Zellenkerne. Dessen Archiv. XI. Cellularpathologie. 1871.

Materie vorhanden sind. Jedem der neu entstehenden Protoplasmakörper entspricht ein in der Jugendphase bleibendes Centrum in Form eines Kernes, eines oder mehrerer Kernkörperchen.

Wird endlich der Zusammenhang im Protoplasma an unzähligen Stellen unterbrochen, reissen die Verbindungsspeichen zwischen den einzelnen Klümpchen durch, und schwimmen nun die nicht mehr productionsfähigen Klümpchen in einer flüssigen Grundsubstanz, dem Eiterserum, so haben wir als Resultat die eigentliche Eiterbildung. Dieses Product ist bekanntlich dem Untergange geweiht.

* * *

Die Summe der aufgezählten Thatsachen führt uns zur Erkenntniss, dass eine Cellularpathologie im Sinne Virchow's nicht aufrecht erhalten werden kann. Denn in den Geweben des Thierkörpers gibt es keine „Individuen", keine „Zellen", folglich auch keine isolirten „cellularen Krankheitsherde".

Die Gewebe werden von Protoplasma und dessen Derivaten aufgebaut. In den Centren der Gewebseinheiten bleibt das Protoplasma erhalten; an den Periferien derselben ist hingegen die lebende Materie von Grundsubstanz infiltrirt. Nirgends aber ist der Zusammenhang der lebenden Materie unterbrochen. Die Schädlichkeit also, welche das centrale Protoplasma trifft, wird direct oder indirect auch die ganze Gewebseinheit treffen, und umgekehrt. Die Veränderungen werden sich immer auch an der Gewebseinheit manifestiren müssen.

Diese Veränderungen beruhen beim Entzündungsprocesse auf einer Lösung der Grundsubstanz in erster, und auf einer vermehrten Erzeugung ihres Gleichen von Seite der lebenden Materie in zweiter Linie. Wie ich schon in einer früheren Abhandlung dargethan habe, ist jedes, noch so winzige Klümpchen der lebendigen Substanz befähigt, seines Gleichen zu erzeugen, also zu wachsen und ein neues Element zu produciren. Dies gilt für die isolirten Klümpchen ebenso, wie für die zu Organismen und Geweben vereinigten Massen der lebenden Materie.

Es wird erst durch Beobachtung zu constatiren sein, ob nicht gewisse „freie“ Exsudate im Thierkörper eine Anzahl isolirter, aus dem Zusammenhange mit den erkrankten Geweben gerissener Klümpchen mit sich führen, die zum Theile und unter gewissen Bedingungen noch lebens- und bis zu einem gewissen Grade auch productionsfähig sein könnten. Möglicherweise liegt hier neben der Auswanderung farbloser Blutkörper auch eine Quelle für die massenhafte Bildung von Eiterkörperchen.

Innerhalb eines Gewebes aber erleidet stets nur die lebende Materie Ernährungsstörungen, gleichviel, ob sie von Protoplasmaflüssigkeit umspült, oder von einer Grundsubstanzmauer umgeben ist. Die nicht lebendige Grundsubstanz mag Veränderungen welcher Art immer eingehen, productionsfähig ist nur die lebende Materie; sie erzeugt die mächtigen Neubildungen, welche zum Entstehen neuer Gewebe — Pseudomembranen, Schwielen, Vegetationen etc. — führen.

Nicht die „Zelle“, und auch nicht der lebendige Antheil der „Zelle“ allein wächst und wuchert; es wächst und wuchert im Gewebe eben Alles, was lebensfähig ist, also auch der in der Grundsubstanz eingeschlossene Antheil der lebenden Materie.

Auf dieser, durch Beobachtungen und Schlüsse geläuterten Grundlage kehren wir für das Bindegewebe zum Standpunkte Rokitansky's[1] zurück, indem wir von einer Productionsfähigkeit der bisher sogenannten „Intercellularsubstanzen“ sprechen.

Von einer Humoral- oder Solidarpathologie wird aber fernerhin ebensowenig die Rede sein können, wie von einer Cellularpathologie.

Es gibt eben keine andere Pathologie als die der lebenden Materie. Nur das, was lebt, kann krank werden.

---

[1] Über das Auswachsen der Bindegewebssubstanzen und die Beziehung desselben zur Entzündung. Sitzungsber. d. Wiener Akademie der Wissenschaften. 1854.

Erklärung der Bilder.

Fig. 1. Aus dem Periost der mit der Kneipzange verletzten Scapula einer erwachsenen Katze. Dritter Tag der Entzündung. *abc* glänzende Klümpchen in den Centren von Protoplasmakörpern; *dd* kernhältige; *ee* kernkörperchenähnliche Klümpchen enthaltende Elemente. Chromsäure-Präparat. Vergr. = 800.

Fig. 2. Aus dem Periost einer subcutan gebrochenen Tibia von einer erwachsenen Katze. 5tägige Entzündung. *aa* elastische Streifen; *b* rundliche; *c* spindelförmige Elemente; *d* Übergänge von freiem Protoplasma in mit Grundsubstanz infiltrirte Periost-Rauten. Chromsäure-Präparat. Vergr. = 600.

Fig. 3. Aus dem 14tägigen Knorpel-Callus einer subcutan gebrochenen Tibia von einer alten Katze; *a* kernhältiger Protoplasmakörper; *b* vacuolenhältiges Klümpchen; *c* Höhle mit zahlreichen kleinen Klümpchen; *d* Höhle mit Einem Klümpchen. Chromsäure-Präparat. Vergr. = 600.

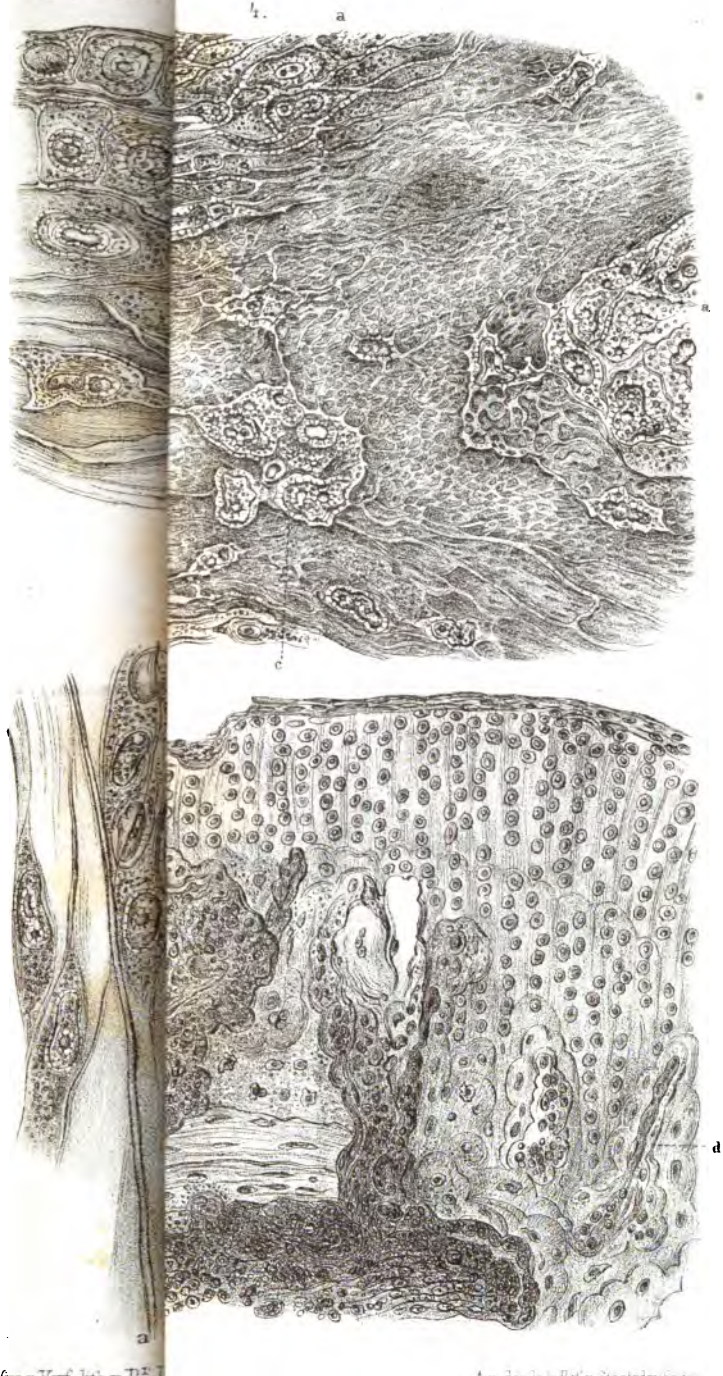
Fig. 4. Aus einem Längsdurchschnitte der gebrochenen Fibula eines erwachsenen Hundes. Vierter Tag der Entzündung. *aa* platte Protoplasmakörper, zum Theile ohne scharfe Grenze in die Grundsubstanz des Knochens übergehend; *b* getheiltes Kernkörperchen; *c* Ausschmelzungsraum mitten im Knochengewebe; zahlreiche glänzende Klümpchen im Protoplasma. Chromsäure-Präparat. Vergrösserung = 800.

Fig. 5. Abschnitt aus einer, mit dem Glüheisen verletzten Tibia eines jungen Hundes. 8tägige Entzündung. Kalkablagerung im ausgeschmolzen gewesenen Gewebe. Chromsäure-Präparat. Vergr. = 600.

Fig. 6. Aus dem Horizontal-Durchschnitte eines gleichzeitig mit dem Epiphysen-Knochen verletzten Condyl. femoris, von einem mittelgrossen Kaninchen. Verkalkte Partie aus der Nähe des Knorpelwundrandes. Die Verkalkung hat an den Grenzen der Knorpelgewebseinheiten begonnen. Frisches Präparat. Vergr. = 600.

Fig. 7. Aus einem Frontaldurchschnitte des Condyl. femoris eines alten Kaninchens. 8tägige Entzündung, hervorgerufen durch Anbohrung mit dem Glüheisen nahe der Lateralfläche. *a* Ausschmelzungsraum des verkalkt gewesenen Knorpels; *b* Knochenbälkchen an der Grenze des verkalkten Knorpelgebietes; *c* Ausschmelzungsraum im Epiphysen-Knochen, im Zusammenhange mit einem Ausschmelzungsraume innerhalb des verkalkten Knorpels; *d* normaler Gefässkanal. Chromsäure-Präparat. Vergr. = 200.

Heitzman



Gez. v. Verf. lith. v. D[r] J

Aus der k. k. Hof- u. Staatsdruck

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

8.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

XXII. SITZUNG VOM 9. OCTOBER 1873.

Der Präsident heisst die Mitglieder bei Wiedereröffnung der Sitzungen willkommen.

Derselbe gedenkt des schmerzlichen Verlustes, den die Akademie und speciell die math.-nat. Classe durch das am 17. September zu Leipzig erfolgte Ableben des inländischen c. M. Herrn Prof. Dr. Joh. Nep. Czermak erlitten hat.

Sämmtliche Anwesende geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Der Secretär legt drei Dankschreiben vor, und zwar:

1. Von dem c. M. Herrn Hofrathe Dr. Fr. Wöhler in Göttingen, für die ihm aus Anlass der am 2. September begangenen Feier seines 50jährigen Doctor-Jubiläums vom Präsidium der Akademie dargebrachten Glückwünsche. 2. Vom Herrn Prof. Dr. F. C. Donders für seine Wahl zum correspondirenden Mitgliede der Akademie. 3. Vom Herrn Prof. Dr. Const. Freiherrn von Ettingshausen für die ihm zur Erforschung der fossilen Flora des Sulm-Thales bewilligte Subvention von 300 fl.

Das *„Institut Impérial des Mines“* zu St. Petersburg ladet die Akademie mit Schreiben vom 18. September ein, sich bei seiner am 21. October (2. November) d. J. zu begehenden 100-jährigen Gründungsfeier durch eines ihrer Mitglieder vertreten zu lassen.

Das k. k. Ministerium des Inneren setzt die Akademie, mit Zuschrift vom 9. September, in Kenntniss, dass nach einem Berichte des Statthalters von Niederösterreich im Winter 1872/3 am n.-ö. Donaustrome keine Eisbildung stattgefunden hat.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Beiträge zur Feststellung der Lagerungsformel der Allylverbindungen und der Acrylsäure“, von dem c. M. Herrn Prof. Dr. Ed. Linnemann in Brünn.

„Beiträge zur Physiologie der Pflanzen", vom Herrn Prof. Fr. Krašan in Krainburg, eingesendet und empfohlen durch Herrn Vice-Director K. Fritsch in Salzburg.

„Bestimmung von Tangenten an die Selbstschattengrenze von Rotationsflächen", vom Herrn Prof. Dr. Rud. Staudigl in Wien.

„Der Golfstrom", vom Herrn Jos. Kregau in Görz.

„Über eine neue Weltanschauung und eine Universalerklärung der Natur", vom Herrn Eug. Schacherl zu Lembach im Mühlkreise.

Der Secretär legt ferner die im Drucke beendigte, gekrönte Preisschrift: „Untersuchungen über die Härte an Krystallflächen", vom Herrn Dr. Franz Exner, vor.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow berichtet über die am 21. August vom Herrn Borelly in Marseille gemachte Entdeckung eines neuen teleskopischen Kometen.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier: Mémoires de la Section des Lettres. Tome IV, 2e—4e fasc. Années 1865—1868. — Mémoires de la Section des Sciences. Tome VI, 2e—3e fasc. Années 1865—1866; Tome VII, 1er—4e fasc. Années 1867—1870; Tome VIII, 1er fasc. Année 1871. — Mémoires de la Section de Médecine. Tome IV, 3e—5e fasc. Années 1865—1869. Montpellier; 4°.

American Chemist. Vol. III, Nr. 12; Vol. IV, Nrs. 1—2. Philadelphia, 1873; 4°.

Annalen der Chemie & Pharmacie von Wöhler, Liebig, Kopp, Erlenmeyer und Volhard. N. R. Band XCII, Heft 1—3. Leipzig & Heidelberg, 1873; 8°.

— der königl. Sternwarte bei München. XIX. Band. München, 1873; 8°.

Annales des mines. VIIe Série. Tome III, 1re & 2e Livraisons de 1873. Paris; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 22—28. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1949—1959. (Bd. 82. 5—15.) Kiel, 1873; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nrs. 2—11. Paris, 1873; 4°.

Exner, Franz, Untersuchungen über die Härte an Krystallflächen. Eine von der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien gekrönte Preisschrift. Wien, 1873; 8°.

Gesellschaft der Wissenschaften, k. böhmische, in Prag: Sitzungsberichte. 1873. Nr. 4—5. Prag; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 14—18. Wien, 1873; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 30—40. Wien, 1873; 4°.

Göttingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1869—1872. 4° & 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXIX, Heft 5 & 6; Band XL, Heft 1. Speyer, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 15—20. Graz, 1873; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1873, Nr. 11—13. Wien; 8°.

Memorial des Ingenieros. Tomo XXVII. Madrid 1872; 8°. — Estado del cuerpo de Ingenieros del ejército en 1873. Madrid; 8°.

Moniteur scientifique du D^teur Quesneville. 380e—382e Livraisons. Paris, 1873; 4°.

Nature. Nrs. 195—205, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Observatorio, Real, de Madrid: Annuario. I. Año. 1860; II. Año. 1861; VII. Año 1866. Madrid, 1859, 1861 & 1865; 8°. — Observaciones meteorológicas efectuadas en el Observatorio de Madrid, 1864—1865 & 1870—1871. Madrid, 1866 & 1872; 8°. — Resúmen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Peninsula. 1870—1871. Madrid. 1872; 8°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VII. Nr. 2. 1872; Vol. VIII, Nr. 4. 1873, Torino; 4°.

Osservatorio Reale, di Brera in Milano: Pubblicazioni Nr. III Milano & Napoli, 1873; 4°.

Repertorium für Experimental-Physik etc. Von Ph. Carl. IX. Band, 3. & 4. Heft. München, 1873; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. IIIe Année, 2e Série, Nrs. 4—14. Paris, 1873; 4°.

Sammlungen, Die, der vereinten Familien- und Privat-Bibliothek Sr. Maj. des Kaisers. I. Band. Wien, 1873; Folio.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. 1873. Disp. 4^a—6^a. Palermo; 4°.

Société Géologique de France: Bulletin. 2e Serie. Tome XXIX, (1872), Nr. 8; 3e Série. Tome Ier (1873), Nr. 3. Paris; 8°.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 3e Série. 26e Année. 1er Cahier. Paris, 1873; 8°.

Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg: Archiv. 26. Jahr. Neubrandenburg, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 30—40. Wien, 1873; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 10—12. Heft. Wien, 1873; 4°.

XXIII. SITZUNG VOM 16. OCTOBER 1873.

Herr Prof. Dr. Camil Heller in Innsbruck übersendet eine vorläufige Mittheilung über die von ihm, mit Unterstützung der Akademie, angestellten Untersuchungen der Tunicaten des Adriatischen Meeres, und zwar zunächst „über das Gefässsystem der Tunicaten, namentlich der Ascidien".

Herr August Fischer, suppl. Gymnasial-Professor in Prag, hinterlegt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung seiner Priorität.

Herr Prof. Dr. Aug. Em. Ritter v. Reuss legt die erste Abtheilung einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung vor, betitelt: „Die Bryozoen des österreichisch-ungarischen Miocäns".

Herr Regierungsrath Dr. Th. Ritter v. Oppolzer überreicht eine zweite Abhandlung: „Über den Winnecke'schen Kometen (Komet III. 1819)."

Herr Prof. Dr. Jos. Boehm übergibt eine Abhandlung: „Über den Einfluss des Leuchtgases auf die Vegetation."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, Reale, dei Lincei: Atti. Anno XXV. Sess. 7ª; Anno XXVI. Sess. 5ª. Roma, 1873; 4º.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Februar (Nr. 2), März & April 1873; Berlin, 8º. — *Corpus inscriptionum Atticarum. Vol. I. Berolini, MDCCCLXXIII; in folio.*

— — ungarische: Évkönyvei. XIII. Kötet, 3., 5., 6., 7. & 8. darab. Pesten, 1870—1872; 4º. — Archaeologiai Közlemények. VIII. Kötet, 2. & 3. füzet. Pest, 1871; 4º. — Értesitöje. IV. Évfolyam. 13.—18. szám. 1870; V. Évfol. 1—17. szám. 1871; VI. Évfol. 1.—8. szám. 1872. Pest; 8º. — Értekezések a természettudományok köréből. III.—XV.

szám. (1870 & 1871); I.—III. szám. (1872). — Értekezések a bölcsészeti tudományok köréből. 1871, I. szám.; 1872, II. szám.' — Értekezések a történeti tudom. köréből. 1872. I. szám. — Értekezések a nyelv és széptudom. köréből. 1870. II.—V. & XI. szám; 1871—1872. VI.—XI. szám. — Értekezések a mathematikai osztály köréből. 1870—1871. VI.—XI. szám.; 1872. I. szám. — Értekezések a társadalmi tudom. köréből. 1870. II. & III. szám; 1871. IV. szám; 1872. V. szám. Pest; 8°. — Almanach. 1871 & 1872. Pesten; 8°. — Nyelvtudományi Közlemények. IX. kötet, 1.—3. füzet; X. kötet, 1. füzet. Pesten, 1871 & 1872; 8°. — Statistikai és nemzetgazdasági Közlemények. VII. kötet, 1. & 2. füzet; VIII. kötet, 1. & 2. füzet. Pesten, 1869, 1871 & 1872; 8°. — Magyar történelmi tár. XV.—XVIII. kötet. Pesten, 1871—1872; 8°. — A Magyar nyelv szótára. V. kötet, 5. füzet; VI. kötet, 1. & 2. füzet. Pest, 1870—1872; 4°. — Török-Magyarkori történelmi emlékek. I. osztály: Okmánytárak. VI. & VII. kötet. Pest, 1871; 8°. — *Monumenta Hungariae historica.* I. osztály: Okmánytárak. XIV—XVII. kötet. Pest, 1870 & 1872; 8°; II. osztály: Írók. XX. & XXI. kötet. Pest, 1870 & 1871; 8°. — *Archivum Rákóczianum.* II. osztály: Diplomatia. I. kötet. Pest, 1872; 8°. — A Magyar igeidők. Irta Szarvas Gábor. Pest, 1872; 8°. — Barna Ferdinand, Kalevala. A finnek nemzeti eposza. Pesten, 1871; gr. 8°.

Bonn, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1872. 4° & 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 13. Paris, 1873; 4°.

Cosmos di Guido Cora. III.—IV. Torino, 1873; 4°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XVI (neuer Folge VI), Nr. 7—8. Wien, 1873; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873, VIII. & IX. Heft. Gotha; 4°.

Nature. Nr. 206, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrg. 1873, XXIII. Band, Nr. 2. Wien; 4°. — Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 10—11. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. IIIe Année, 2e Série. Nr. 15. Paris, 1873; 4^0.

Società Italiana di Antropologia e di Etnologia: Archivio. III. Vol., fasc. 2^0. Firenze, 1873; 8^0.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 41. Wien, 1873; 4^0.

XXIV. SITZUNG VOM 23. OCTOBER 1873.

Herr Prof. Dr. J. Oellacher in Innsbruck übermittelt eine Abhandlung, betitelt: *Terata mesodidyma* von *Salmo Salvelinus* nebst Bemerkungen über einige andere an Fischen beobachtete „Doppelmissbildungen".

Herr Director Dr. J. Stefan theilt die Resultate seiner „Versuche über die Verdampfung" mit.

Herr Dr. J. Peyritsch überreicht eine Abhandlung: „Beiträge zur Kenntniss der Laboulbenien".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. VIIe Série, Tome XVIII, Nrs. 8—10; Tome XIX, Nrs. 1—2. St. Pétersbourg, 1872; 4°. — Bulletin. Tome XVII, Nrs. 4—5; Tome XVIII, Nrs. 1—2. St. Pétersbourg, 1872; 4°.

Alpenverein, Deutscher und Österreichischer: Zeitschrift. Jahrgang, 1872, Heft 4. München; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 30. Wien, 1873; 8°.

Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LX. Theil, 2. Heft. Greifswald, 1873; 8°.

Beobachtungen, Schweizer. Meteorologische. Mai, Juni, Juli 1872. Zürich; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVIIe. Nrs. 187—188. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

Central-Observatorium, Physikalisches, zu St. Petersburg: Annalen. Jahrgang 1871. St. Petersburg, 1872; 4°.

Comitato, R., Geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1873, Nr. 7 & 8. Firenze; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 14. Paris, 1873; 4°.

Gasthuis, Nederlandsch, voor Ooglijders: Dertiende jaarlijksch Verslag. 1872. Utrecht; 8°.

Genootschap, Bataviaasch, van Kunsten en Wetenschappen: Verhandelingen. Deel XXXIV & XXXV. Batavia, 1870; 4°. — Tijdschrift voor Indische taal-, land- en volkenkunde. Deel XVIII (VI. Serie. Deel I.) Aflev. 2; Deel XX (VI. Serie. Deel II) Aflev. 1—2. Batavia, 1871; 8°. — Notulen. Deel VIII. 1870. Batavia, 1871; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 20. Wien, 1873; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang. Nr. 42. Wien, 1873; 4°.

Heidelberg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1872/3. 4° & 8°.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik von C. Ohrtmann, F. Müller & A. Wangerin. III. Band. Jahrgang 1871. Heft 2. Berlin, 1873; 8°.

Jahresberichte: siehe Programme.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 21. Graz, 1873; 4°.

Lotos. XXIII. Jahrgang. Juli—September 1873. Prag; 8°.

Marshall, William E., A Phrenologist amongst the Todas or the Study of a Primitive Tribe in South India, History, Character, Customs, Religion, Infanticide, Polyandry, Language. London, 1873; 8°.

Mittheilungen des k. k. techn. & administrat. Militär-Comité. Jahrgang 1873, 5. & 6. Heft. Wien; 8°.

— Mineralogische, gesammelt von G. Tschermak. Jahrgang 1873, Heft 2. Wien; gr. 8°.

Museum of Comparative Zoology at Harvard College, in Cambridge: Annual Report for 1871. Boston, 1872; 8°. — Illustrated Catalogue. Nrs. IV. V & VI. Cambridge, 1871 & 1872; 4°.

Nature. Nr. 207. Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Programme und Jahresberichte der Gymnasien zu Arnau, Brixen, Brünn, Capodistria, Eger, Hermannstadt, Kronstadt, Böhm.-Leipa, Leoben, Marburg, Pilsen, Pressburg, Roveredo, Schässburg, Sin, Teschen, Trient, Vinkovci, des akadem. Gymnasiums, des Gymnasiums zu den Schotten und der k. k. Theresianischen Akademie in Wien, der Landes-Oberrealschule zu Wiener-Neustadt, der k. k. Forst-Akademie zu Mariabrunn und der k. k. technischen Hochschule zu Wien. 1872/73 & 1873/74. 4° & 8°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXIII. Band. Jahrgang 1873. August—November-Heft. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire", et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIIe Année, 2e Série, Nr. 16. Paris, 1873; 4°.

Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève: Mémoires. Tome XXII; Tome XXIII, 1re Partie. Genève, Paris, Bale 1873; 4°.

— Botanique de France: Bulletin. Tome XXe 1873. Comptes rendus des séances 1; Revue bibliographique A. Paris; 8°.

— Médico-Chirurgicale des Hôpitaux et Hospices (Société de Médecine et de Chirurgie) de Bordeaux: Mémoires et Bulletins. Tome VI. 1871; 1er & 2^d fasc. de 1872. Bordeaux, 1871 & 1873; 8°.

— des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Extrait des procès-verbaux des séances. Bordeaux, 1869; 8°.

— d'Histoire naturelle de Colmar: Bulletin. 1re Année. 1860; 4e—10e Années. 1863—1869. Colmar, 1860—1870; 8°. — Bibliothèque de la Société d'Histoire naturelle de Colmar. 1869; 8°.

— Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XVIIe Année, Nr. 3 & 4. Constantinople, 1873; 4°.

Strassburg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften für das Jahr 1872/3. 4° & 8°.

Studenten-Kalender, Fromme's Österreichischer, für das Studienjahr 1873. X. Jahrgang. Von Dr. Karl Czuberka. Wien; 12°.

Verein, physikalischer, zu Frankfurt am Main: Jahres-Bericht für 1871—1872. Frankfurt a. M., 1873; 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XL. Band, 1. Heft. Wien, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 42. Wien, 1873; 4°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

9.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

XXV. SITZUNG VOM 6. NOVEMBER 1873.

Herr Prof. Dr. E. Mach in Prag übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Physikalische Versuche über den Gleichgewichtssinn des Menschen."

Herr Dr. A. Boué übergibt eine Abhandlung: „Über besondere Attractions-Umstände bei Blitzschlägen."

Herr R. Niemtschik, Professor an der Wiener technischen Hochschule, überreicht eine Abhandlung: „Über die Construction der einem Kreise eingeschriebenen Ellipse, von welcher der Mittelpunkt und eine Tangente gegeben ist."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, Reale, dei Lincei: Atti. Tomo XXVI. Anno XXVI. Sess. 1ª. (1872.) Roma, 1873; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Mai 1873. Nr. 1 & 2. Berlin; 8°.

— — Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der philos.-philolog. und histor. Classe. 1872. Heft 4—5; 1873. Heft 1 bis 3. — Sitzungsberichte der mathem.-physikal. Classe. 1872. Heft 3. München; 8°. — Gedächtnissrede auf Friedrich Adolph Trendelenburg. Von Karl v. Prantl. München, 1873; 4°. — Rede in der öffentl. Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften am 25. Juli 1873, gehalten von J. von Döllinger. München, 1873; 4°. — Der Antheil der k. bayer. Akademie der Wissenschaften an der Entwickelung der Elektricitätslehre. Vortrag, gehalten von W. Beetz. München, 1873; 4°. — Verzeichniss der Mitglieder. 1873. 4°.

— — und Künste, Südslavische, zu Agram: Rad. Knjiga XXIV. U Zagrebu, 1873; 8°. — Stari pisci hrvatski. Knjiga V. U Zagrebu, 1873; 8°.

American Chemist. Vol. IV, Nrs. 3 & 4. Philadelphia, 1873; 4°.

Annales des mines. VIIe Série. Tome III. 3me Livraison de 1873. — Tables des matières de la VIe Série décennale 1862—1871. Paris, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 31. Wien, 1873; 8°.

Arbeiten, Die astronomisch-geodätischen, des k. k. militär-geographischen Institutes in Wien. II. Band. Wien, 1873; 4°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1961 (Bd. 82. 17.) Kiel, 1873; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVIIIe Nr. 189. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nrs. 15—16. Paris, 1873; 4°.

Freiburg i. Br., Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1872 73. 4° & 8°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVI (neuer Folge VI) Nr. 9. Wien, 1873; 8°.

— allgemeine Schweizer., für die gesammten Naturwissenschaften: Neue Denkschriften. Band XXV, oder: Dritte Dekade. Band V. Zürich 1873; 4°. — Actes. 55^e Session. Fribourg, 1873; 8°.

— naturforschende, in Basel: Verhandlungen. V. Theil, 4. Heft. Basel, 1873; 8°.

— naturforschende, in Emden: LVIII. Jahresbericht. 1872. Emden, 1873; 8°.

— naturforschende, in Bern: Mittheilungen aus dem Jahre 1872. Nr. 792—811. Bern, 1873; 8°.

— Deutsche, geologische: Zeitschrift. XXV. Band, 2. Heft. Berlin, 1873; 8°.

— physikal.-medicin., in Würzburg: Verhandlungen. N. F. IV. Band, 2.—4. Heft; V. Band, 1. Heft. Würzburg, 1873; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 43—44. Wien, 1873; 4°.

Instituut, Koninkl., voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië: Bijdragen. III. Volgreeks. VIII. Deel, 1^e Stuk. 's Gravenhage, 1873; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie & verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XL, Heft 2—3. Speyer, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 22. Graz, 1873; 4°.

Lesehalle, Akademische, in Wien: III. Jahresbericht über das Vereinsjahr 1873. Wien; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873. Heft X. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 208—209, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VII, Nr. 3; Vol. VIII, Nr. 5. Torino, 1873; 4°.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 1. Outubro de 1873. Lisboa; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." IIIe Année, 2me Série, Nrs. 17—18. Paris, 1873; 4°.

Smith, J. Lawrence, Mineralogy and Chemistry. Original Researches. Louisville, Ky., 1873; 8°.

Société Linnéenne du Nord de la France: Bulletin mensuel. Nrs. 10—16. 1873. Amiens; 8°.

— — de Bordeaux: Actes. Tome XXVIII. Troisième Série: Tome VIII, 2e Partie. Paris & Bordeaux, 1872; 8°.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 3e Série. 26e Année, 2e Cahier. Paris, 1873; 8°.

— Ouralienne d'amateurs des sciences naturelles: Bulletin. Tome I. 1er Cahier. Jekaterinoslaw, 1873; 8°.

Society, The Royal Geological, of Ireland: Journal. Vol. XIII. Parts 2 & 3. (Vol. III, Parts 2 & 3. New Series.) London, Dublin, Edinburgh, 1872 & 1873; 8°.

Upsala, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1872/3. 4° & 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftl. Veterinärkunde. XL. Band, 2. Heft. Wien, 1873; 8°.

Verein, naturforschender, in Brünn: Verhandlungen. XI. Band. 1872. Brünn, 1873; 8°.

Weyr, Emil, Die Lemniscate in razionaler Behandlung. Prag, 1873; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang. Nr. 43—44. Wien, 1873; 4°.

Physikalische Versuche über den Gleichgewichtssinn des Menschen.

Von E. Mach.

1.

Fährt man auf der Eisenbahn durch eine starke Krümmung, so scheinen die Häuser und Bäume oft beträchtlich von der Verticalen abzuweichen und zwar scheint sich der Gipfel der Bäume auf der convexen Seite der Krümmung von der Bahn wegzuneigen. Anderseits bemerkt man sehr oft auch eine Schiefstellung des Wagens und hält nun die Bäume für vertical.

Bekanntlich wird die Schiene auf der convexen Seite der Krümmung etwas höher gelegt, um die Wirkung der Centrifugalkraft zu compensiren. Der Höhenunterschied kann aber nur einer einzigen Fahrgeschwindigkeit entsprechen. Die beiden erwähnten einander scheinbar widersprechenden Facta klären sich nun einfach auf, wenn man annimmt, dass man die Richtung der Verticalen empfindet und stets die Richtung der aus Schwere und Centrifugalkraft resultirenden Beschleunigung der Massentheile des Körpers für die Verticale hält.

Fährt man mit der dem Höhenunterschied der Schienen und der Krümmung entsprechenden Geschwindigkeit, so weiss man nichts von der Schiefstellung des Wagens. Dann scheinen die Häuser schief. In jedem anderen Falle erscheint der Wagen schief.

Bei Gelegenheit der erwähnten Beobachtungen erinnerte ich mich an die von Goltz[1] ausgesprochene Ansicht, dass die Halbcirkelcanäle des Ohrlabyrinths Gleichgewichtsorgane seien,

[1] Über die physiol. Bedeutung der Bogengänge des Ohrlabyrinths. Pflüger's Archiv. B. III, S. 172.

an die von Flourens [1] zuerst bei Durchschneidung der Bogengänge beobachteten Dreherscheinungen und an die gewöhnlichen Phänomene des Drehschwindels, welche sich durch mehrmaliges Umdrehen um die Verticalaxe so leicht hervorbringen lassen. Alle diese Dinge schienen mir im Zusammenhange zu stehen und ich beschloss mir durch Versuche an mir selbst einige Aufklärung hierüber zu verschaffen.

Die Form des Versuches ergab sich durch die Umstände, unter welchen ich beobachtet hatte, sehr einfach. Es war dieselbe, welche Knight [2] angewendet hat, um den Einfluss der Schwere auf das Wachsthum der Pflanzen zu untersuchen.

Die Versuche über Durchschneidung der Bogengänge sind nach Flourens von Harless [3], Czermak [4], Brown-Sequard [5], Vulpian [6], Schiff [7], Löwenberg [8], Goltz u. A. mit verschiedenen Modificationen und unter verschiedener Auffassung wiederholt worden. Wesentlich neue Gesichtspunkte hat wohl erst Goltz angegeben. Gegen dieselben sind neuerdings Bedenken von Schklarewsky [9] erhoben worden, doch konnte ich die betreffende Arbeit noch nicht zur Einsicht erhalten.

Systematische Versuche über den Drehschwindel hat meines Wissens nur Purkyně [10] angestellt. Diese sehr interes-

---

[1] Recherches experimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux. Second édition. Paris. 1842. S. 438.

[2] Philosoph. transactions 1806.

[3] Wagner's Handw. d. Physiologie. Bd. IV, S. 422.

[4] Comptes rendus. 1860. T. LI. S. 821.

[5] Course of lectures on the physiology and pathology of the central nervous system. Philadelphia. 1860, S. 194.

[6] Leçons sur la physiologie générale et comparée du systême nerveux. Paris 1866. S. 600.

[7] Lehrbuch d. Physiologie. Lahr. 1858—1859. S. 399.

[8] Über die nach Durchschneidung der Bogenzunge des Ohrlabyrinths auftretenden Bewegungsstörungen. Archiv für Augen- und Ohrenheilkunde von Knapp u. Moos. Bd. III.

[9] Göttinger, Nachrichten 1872. Nr. 15.

[10] Beiträge zur näheren Kenntniss des Schwindels. Medicin. Jahrbücher des österr. Staates. VI. Bd. II. Stück, S. 79. Wien 1820. — Physiologische Versuche über den Schwindel. 10. Bulletin der naturwissenschaftl. Section der schlesischen Gesellschaft. 1825. S. 35. Breslau. — Über die physiolog. Bedeutung des Schwindels. 2. Bulletin etc. 1826. S. 1.

santen und ausgezeichnet beobachteten Versuche sind aber fast durchaus mit den einfachsten Mitteln ausgeführt, so dass sich bei denselben nicht immer die Umstände passend anordnen liessen. Ich komme auf dieselben noch zurück.

2.

Ich will nun zunächst meinen Apparat und meine Versuche beschreiben. Man denke sich einen verticalen Holzrahmen *R*, 4 M. lang, 2 M. hoch, um eine durch seine Mitte gehende verticale Axe *A* leicht drehbar. In diesem befindet sich ein zweiter, kleinerer verticaler Rahmen *r*, ebenfalls um eine verticale Axe *a* drehbar, welche in beliebige Distanz von der ersten Axe gebracht werden kann. Letzterer Rahmen trägt einen Stuhl, welcher sich um eine horizontale Axe α neigen lässt. Der Beobachter, welcher auf diesem Stuhl Platz nimmt, kann in die Rotationsaxe *A*, um die der ganze Apparat in Umschwung versetzt wird, oder in beträchtliche Entfernung von derselben gebracht werden. Er kann in letzterem Falle vermöge der Drehbarkeit um *a* sowohl nach *A* hin sehen, als auch senkrecht auf die Ebene von *a* und *A* hinausblicken. Endlich kann dem Beobachter vermöge der Drehbarkeit um α eine mehr horizontale oder mehr verticale Lage gegeben werden. Um endlich den Gesichtsschwindel auszuschliessen, kann der ganze Beobachter in eine Art Papierkasten eingeschlossen werden.

Versuch 1. Der Beobachter wird in den Papierkasten eingeschlossen und um die Axe α geneigt, so dass er allmälig aus der Verticalstellung in die Rückenlage kommt. Hiebei gibt er mit einem Stab, der aus dem Kasten hervorragt, die Richtung an, welche er für vertical hält. Diese Angabe ist anfänglich ziemlich genau. Bei starker Annäherung an die Rückenlage hält jedoch der Beobachter seine Abweichung von der Verticalen für kleiner als sie wirklich ist.

Versuch 2. Der Beobachter wird bei aufrechter Stellung in die Rotationsaxe *A* gebracht, in den Papierkasten eingeschlossen und in Rotation um die Verticalaxe gesetzt. Jede Drehbewegung wird sofort dem Sinne nach und auch der beiläufigen Grösse nach erkannt. Erhält man aber einige Secunden lang die Rotation gleichförmig, so hört allmälig das Gefühl der Drehung

ganz auf. Es tritt das Gefühl einer entgegengesetzten Drehung auf, wenn man den Apparat sich selbst überlässt, so dass er einen verzögerten Gang annimmt. Dies Gefühl der Gegendrehung wird äusserst heftig, wenn man den Apparat plötzlich anhält und dauert je nach der Stärke der Rotation allmälig abnehmend einige Secunden. Treibt man das Experiment zu weit, so stellt sich auch Eingenommenheit des Kopfes und Ekel ein. Hieraus geht hervor: Man empfindet nicht die Winkelgeschwindigkeit, sondern die Winkelbeschleunigung. Da man bei dem Versuche absolut unthätig ist, so kann man schwerlich an Bewegungsintentionen als Ursache der Erscheinung denken. Der Ekel dürfte ähnliche Ursachen haben, wie das Erbrechen der an den Halbcirkelcanälen operirten Tauben. Freilich kann auch das Drehungsmoment, welches die Eingeweide erhalten, hiebei eine Rolle spielen.

Bei diesem Versuche bemerkt man noch eine optische Erscheinung. Im Innern des Papierkastens befindet sich ein verticaler Strich und darauf ein Stern, welchen man fixiren kann. Sobald der Apparat angehalten wird, hat man nun den Eindruck, als ob man sammt dem Kasten eine Gegendrehung ausführen würde. Öffnet man rasch den Kasten, so dreht sich der ganze sichtbare Raum mit seinem ganzen Inhalt. Es sieht so aus, als ob der ganze sichtbare Raum sich in einem zweiten Raum drehen würde, den man für unverrückt fest hält, obgleich letzteren nicht das mindeste Sichtbare kennzeichnet. Man möchte glauben, dass hinter dem Sehraum ein zweiter Raum steht, auf welchen ersterer immer bezogen wird[1]. Diese Thatsache von fundamentaler Wichtigkeit muss man selbst erfahren. Sie lässt sich nicht gut beschreiben. Wer sie von Hörensagen oder aus halbverwischter Jugenderinnerung kennt, kann sie allenfalls auf Augenbewegungen beziehen[2]. Die Erscheinung ist auch nie so charakterisirt worden, wie ich es hier gethan habe, auch von Purkyně nicht, welcher am besten beobachtet hat.

---

[1] Dies Verhältniss ist mir schon bei einer anderen Gelegenheit aufgefallen. Vergl. Mach, über monoculare Stereoskopie. Wien. Sitzb. 58. Bd. 1868.

[2] Vergl. Helmholtz, physiolog. Optik. S. 602—605, 619.

Versuch 3. Halten wir bei dem Versuche 2 den Apparat plötzlich an und setzen wir ihn nach $1^1/_2$—2 Secunden wieder plötzlich in demselben Sinne in Bewegung. Das Gefühl der Gegendrehung, welches in der Pause auftritt, verschwindet, so wie die Bewegung wieder eingeleitet ist. Die durch eine Winkelbeschleunigung erzeugte Drehempfindung hat also eine beträchtliche Nachdauer und kann durch eine entgegengesetzte Winkelbeschleunigung aufgehoben werden.

Versuch 4. Neigt man bei Versuch 2 den Kopf nach vorn und richtet ihn nach dem Anhalten des Apparates wieder auf, so meint man, wenn die Drehung von rechts nach vorn und links stattgefunden hat, sich von rechts nach oben und links zu drehen, so dass man ein Umstürzen nach der Seite fürchtet. Man sieht aus diesem Versuche, welchen mit vielen analogen, in weniger reiner und bequemer Form schon Purkyně angestellt hat, dass die Stellung des Kopfes massgebend ist. Man kann so zu sagen mit der nachdauernden Drehempfindung den Kopf in eine beliebige Lage bringen.

Versuch 5. Da im Versuch 2 auf der Netzhaut ruhende Bilder bewegt erscheinen, so liegt der Gedanke nahe, dass man diese Bewegung durch eine entgegensetzte auf der Netzhaut vernichten kann. Dies zeigt sich wirklich. Statt des Papierkastens in Versuch 2 denken wir uns ober dem Kopfe des Beobachters eine horizontale kreisförmige Holzscheibe von $1^1/_2$ Mtr. Durchmesser auf einer nahe am Kopfe des Beobachters vorbeigehenden verticalen Axe drehbar. Um den Rand dieser Scheibe legen wir einen $1^1/_2$ Mtr. breiten Papierstreif, welcher auf der Innenseite mit äquidistanten verticalen Linien überzogen wird. Der Beobachter sitzt also im Innern eines hohlen drehbaren, linirten Cylinders. Setzen wir nun den Apparat mit geringer Beschleunigung in Drehung, so bleibt die Trommel wegen der Reibung in relativer Ruhe gegen den Apparat. Halten wir dann den Apparat plötzlich an, so behält die Trommel (nach dem Princip der Erhaltung der Flächen) ihre Endwinkelgeschwindigkeit bei, welche sie nur allmälig verliert. Der Beobachter hält dann die bewegte Trommel für ruhend und sich selbst fühlt er in desto schnellerer Gegendrehung. Drehte sich der Apparat

anfänglich, von oben gesehen, wie der Uhrzeiger, so meint der Beobachter nach dem Anhalten sich und alle festen Gegenstände verkehrt wie den Uhrzeiger, gedreht zu sehen, mit Ausnahme der Trommel, welche sich wirklich wie der Uhrzeiger dreht und die zu ruhen scheint. Die scheinbare Bewegung lässt sich also durch eine wirkliche compensiren. Verliert die Trommel ihre Geschwindigkeit zu rasch, so nimmt sie dann an der Scheinbewegung des Beobachters Theil. Es liesse sich so die Intensität und Nachdauer der Scheinbewegung messen.

Versuch 6. Wir bringen nun den Beobachter 1 Mtr. weit von der Rotationsaxe *A* in nahe verticale Stellung, lassen ihn gegen die Axe *A* hinsehen und setzen ihn in Rotation. Sobald die Winkelgeschwindigkeit des in den Papierkasten eingeschlossenen Beobachters constant geworden ist, hört jedes Drehgefühl auf. Der Beobachter meint blos mehr auf dem Rücken zu liegen, als dies wirklich der Fall ist. Man empfindet die Richtung der resultirenden Massenbeschleunigung und hält diese für die Verticale.

Versuch 7. Wir lassen Alles wie im Versuch 6, nur stellen wir den Beobachter durch Drehung des Rahmens *r* um die Axe *a* so, dass er senkrecht gegen die Ebene der Axen *A* und *a* hinausblickt. Übrigens bleibt er in dem Papierkasten eingeschlossen, auf dessen Innenseite sich ein verticaler Strich befindet. Sobald die Rotationsgeschwindigkeit constant geworden ist, meint der Beobachter sammt dem Kasten constant seitwärts geneigt zu sein, und zwar glaubt er sich mit dem Kopfe von der Rotationsaxe weg zu neigen. Beim Anhalten des Apparates glaubt er sich sammt der Umgebung wieder aufzurichten, wie dies auch im vorigen Versuche geschieht. Wir folgern aus diesem Versuche wie aus 6, dass man die Richtung der Massenbeschleunigung als Verticale empfindet. Diese Seitwärtsneigung hat schon Purkyně auf der Scheibe eines Ringelspieles beobachtet.

Versuch 8. Hängt man bei Versuch 7 in den Papierkasten ein Pendel mit einem Gradbogen, so sieht man, dass bei den erreichbaren Rotationsgeschwindigkeiten dasselbe 10—20° ausschlägt, was eine Centrifugalbeschleunigung angibt, die rund

$^1/_5$—$^1/_3$ der Schwerebeschleunigung beträgt. Dieses Pendel hält man nun bei der Rotation für vertical, den Kasten und sich selbst aber für schief. Doch schien es mir zuweilen, als ob die Verticale zwischen der Richtung des Pendels und derjenigen der Axe meines Körpers enthalten wäre.

Versuch 9. Wenn wir im Versuch 6 den in Rotation begriffenen Apparat plötzlich anhalten, glaubt sich der Beobachter sammt dem Kasten für einen Moment seitwärts zu neigen und zwar mit dem Kopfe im Sinne der Rotation. Jede momentane Progressivbeschleunigung, deren Richtung nicht mit der wahren Verticalen zusammenfällt, ändert momentan die scheinbare Verticale.

Versuch 10. Bisher war der Rahmen r in R durch eine Schraube festgestellt. Nun machen wir ihn durch Lockern der Schraube leicht drehbar. Setzen wir den Apparat durch einen raschen Stoss in Rotation, so behält nun der im Kasten eingeschlossene Beobachter (nach dem Princip der Erhaltung der Flächen) eine Zeit lang seine Stellung bei, d. h. er wird im Kreise geschwungen, ohne sich jedoch zu drehen. Die Richtung der Centrifugalkraft geht nun um ihn herum. Dem entsprechend glaubt sich der Beobachter in einem Kegel um die Verticale zu bewegen.

Versuch 11. Wir setzen über den Kopf des Beobachters die Trommel aus Versuch 5. Wird diese allein einige Minuten lang in Rotation gehalten und dann plötzlich zu Ruhe gebracht, so tritt zwar eine schwache Gegendrehung der Gegenstände ein, allein diese optische Erscheinung ist kaum ein Schatten von der früher beschriebenen sowohl an Intensität als an Dauer. Auch sieht es mehr aus, als zöge ein Flimmern dem anfänglichen Rotationssinne entgegen über die Gegenstände hin, wie eine Bewegung der Gegenstände selbst. Dass die jetzt gebräuchliche, durch Helmholtz angeregte Auffassung des Gesichtsschwindels auf falschen Grundlagen ruht, hat mein Assistent Dr. Dvořák[1] ausführlich dargethan.

Versuch 12. Denken wir uns eine grosse gleicharmige Wage. Jeder Wagbalken hat 2 M. Länge. Auf einer Wagschale

[1] Üb. d. Nachbilder von Reizveränderungen. Wien. Sitzb. 61. Bd. 1870.

befindet sich der Beobachter und ist durch Gegengewichte auf der anderen äquilibrirt. Wird die Wage in Schwingungen versetzt, so führt der Beobachter fast eine reine pendelförmige Verticalschwingung aus. Darin ist also der Versuch einfacher und reiner als jener, den man mit einer gewöhnlichen Schaukel ausführen kann. Nennen wir die Verticalexcursion von der Gleichgewichtslage an x, ihr Maximum a, die Schwingungsdauer der Wage T und die Zeit t, so ist

$$x = a \operatorname{Sin} \frac{2\pi t}{T}$$

und die Beschleunigung:

$$\frac{dx^2}{dt^2} = -a\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \operatorname{Sin} \frac{2\pi t}{T}$$

Man kann also aus dem Excursionsmaximum und der Schwingungsdauer die Schwankungen der Verticalbeschleunigung berechnen. War $a = 15$ Ctm. und $T = 7$ Secunden, so war das Maximum der Verticalbeschleunigung 12 Ctm., also rund 0·012 der Schwerebeschleunigung. Dann waren aber die Schwankungen für den Beobachter mit bedeckten Augen an der Grenze der Merklichkeit. Wurden die Excursionen etwas grösser, so gab der Beobachter jedesmal an, er sinke, kurz vor dem Anlangen an dem höchsten Punkt der Schwingung oder auf diesem selbst. Ebenso wurde das Steigen immer kurz vor oder an dem tiefsten Punkt bemerkt, natürlich immer bei geschlossenen Augen. Wie die Formel zeigt, ist in der That die Beschleunigung abwärts ein Maximum im höchsten Punkt der Schwingungsbahn und die Beschleunigung aufwärts ein Maximum im tiefsten Punkt der Schwingungsbahn.

Man ist also auch für Schwankungen in der Grösse der Schwerebeschleunigung sehr empfindlich und man empfindet bei Verticalbewegungen nicht die Lage oder die Geschwindigkeit, sondern die Beschleunigung. Man hat die Empfindung der Beschleunigung auch im Kopfe, doch schien es mir bei diesen Versuchen mehr wie bei den vorigen, dass man die Empfindung im ganzen Körper habe und zwar in den tiefstgelegenen Theilen am meisten.

3.

Bevor wir an die Erklärung der Erscheinungen gehen, erinnern wir uns an einige Principien der Mechanik. Das Newton'sche Gesetz der Gleichheit von Druck und Gegendruck ist nicht nur an sich fruchtbar, sondern auch dadurch, dass es die Aufstellung des Principes der Erhaltung des Schwerpunktes und des Principes der Erhaltung der Flächen ermöglicht hat.

Nach dem Gesetze der Gleichheit von Druck und Gegendruck begreifen wir, dass ein Gewicht auf einen frei fallenden Tisch nicht drücken kann, weil letzterer ersterem keine Beschleunigung nimmt, und dass überhaupt der Druck des Gewichtes auf die bewegte Unterlage von dem Unterschied der Beschleunigung der Unterlage und der Schwerebeschleunigung abhängt. Hiernach begreifen wir, wie im Versuch 12 der Körper auf der schwingenden Wage sich und seinen Inhalt abwechselnd leichter und schwerer empfinden muss. Nehmen wir die Schwankungen grösser an als in Versuch 12, etwa $2a = 9$ M. und $T = 10$ Secunden, wie sie etwa bei einem grossen Schiff auf hoher See vorkommen [1], so werden die Schwankungen 0·18 der Schwerebeschleunigung und wir werden es für möglich halten, dass nun ernstliche Störungen und Reizungen vorkommen können. Diesen Punkt habe ich jedoch schon anderwärts besprochen [2].

Das Princip der Erhaltung des Schwerpunktes folgt aus der Gleichheit von Druck und Gegendruck und sagt, dass die Bewegung des Schwerpunktes eines Systems freier Massen unabhängig ist von der Wechselwirkung dieser Massen. Das Princip der Erhaltung der Flächen ist auch eine Folgerung aus demselben Grundsatz, die sich jedoch etwas schwerer in Worten ausdrücken lässt. Formeln will ich hier vermeiden. Ein Beispiel macht aber alles klar. Ein freier fester Körper kann von selbst weder seine

---

[1] Bei diesen Daten habe ich auf eine freundliche Mittheilung des Herrn Prof. Hensen, sowie auf Angaben in dem Novara-Reisewerk Rücksicht genommen.

[2] Mach, Über Flüssigkeiten, welche suspendirte Körperchen enthalten. Pogg. Ann. 1865. — Vergl. auch Bondy, Über den Auftrieb in Flüssigkeiten, welche specifisch schwerere oder leichtere Körper suspendirt enthalten. Sitzb. d. Wien. Akad. 51. Bd.

Geschwindigkeit, noch seine Winkelgeschwindigkeit, von selbst weder die progressive noch die drehende Bewegung ändern. Beide Sätze auf freie Massensysteme übertragen, geben das Schwerpunkts- und Flächenprincip [1].

Ist nun ein Massensystem *A* nicht frei, sondern durch irgend welche Kräfte an ein Massensystem *B* gebunden, so wird das Schwerpunkts- und Flächenprincip für *A* nicht mehr gelten, aber die Abweichungen des *A* von beiden Principien sind dann durch die Kräfte, die *B* auf *A* ausübt, hervorgebracht und dieselben Kräfte muss nun auch *A* auf *B* ausüben. Bei jeder Bewegung werden sich also die Abweichungen, zu welchen *A* gezwungen wird, als Züge und Pressungen auf *B* äussern.

4.

Denken wir uns nun eine mit Nervenenden ausgekleidete Höhle in einem Körper *B*, welche irgend einen flüssigen oder festen Inhalt *A* hat. Derselbe wird 1^{tens} vermöge der Schwere auf eine Stelle der Wand stärker drücken, als auf die übrigen und dadurch die Lage von *B* gegen die Verticale bezeichnen. Bei jeder Beschleunigung, die *B* annimmt, wird 2^{tens} *A* eine Gegenbeschleunigung (einen Gegendruck) ausüben, die sich mit der Schwerebeschleunigung zusammensetzt, wodurch sowohl die Druckintensität als auch die Druckstelle an der Höhlenwand sich ändert. Endlich wird 3^{tens} bei jeder Winkelbeschleunigung, die *B* annimmt, *A* eine Gegendrehung auszuführen suchen. Durch 1 und 2 kann *B* zur Kenntniss seiner Lage und progressiven Bewegung durch 3 zur Kenntniss seiner drehenden Bewegung gelangen [2]. Der Vorhof mit den Bogengängen dürfte ein solches Organ sein, dessen Schema wir hier entwickelt haben. Es ist auch wahrscheinlich, dass für 1 und 2 specifisch andere Nerven

---

[1] Beide Principien habe ich versucht, durch Vorlesungsversuche anschaulich zu machen. Carl's Repertorium. 4. Bd.

[2] Die specifischen Energien festgehalten, wäre es sogar möglich, dass die Empfindung der Lage und die Empfindung der Bewegung durch verschiedene Nerven vermittelt wird. Die Empfindung der Lage bleibt, so lange die Lage bleibt. Die Empfindung der Bewegung verschwindet immer, wenn die Bewegung gleichförmig wird. — Nimmt man an, dass nur der Druck empfunden wird, so reicht freilich eine Art von Nerven aus.

vorhanden sind als für 3. Betrachten wir die Bogengänge, so scheinen uns diese besonders geeignet, das Flächenprincip zur Geltung zu bringen. Für jede Winkelbeschleunigung um die zur Bogenebene senkrechte Axe muss der Inhalt ein Drehungsmoment von entgegengesetztem Sinn ausüben, welches die Nerven der Ampullen als Zeichen dieser Winkelbeschleunigung weiter leiten.

Nehmen wir nach den von Müller, Handbuch der Physiologie Bd. 2, S. 251—158, aufgestellten Grundsätzen III—VI an, dass die Ampullennerven die eigenthümliche specifische Energie hätten, auf jeden Reiz mit einer Drehempfindung zu antworten, so werden uns sofort viele Erscheinungen klar und mancherlei zerstreute Beobachtungen sammeln sich unter ein Princip. Die Flourens'schen Drehphänomene verstehen sich unter dieser Annahme von selbst um so mehr, wenn wir mit Löwenberg es für wahrscheinlich halten, dass die Durchschneidung der Bogengänge nicht als Lähmung, sondern als Reizung wirkt. Die Goltz'sche Ansicht bleibt im Wesentlichen bestehen, wenngleich sie dem Obigen gemäss Modificationen erfährt. Die gewöhnlichen Erscheinungen des Drehschwindels erklären sich nach demselben Princip. Der Drehschwindelversuch ist dann nichts weiter wie der Flourens'sche Versuch. Statt die Durchschneidung der Bogengänge anzuwenden, reizen wir die Ampullennerven, indem wir dem Inhalt der Bogengänge durch Winkelbeschleunigung ein Drehungsmoment ertheilen, vermöge dessen er an den Ampullennerven zerrt [1].

---

[1] Da ich gesehen habe, dass die Flüssigkeit in einem aufgebrochenen und wieder mit Glas verschlossenen Bogengang bei Drehung des Felsenbeins sehr leicht herumfliesst, so dachte ich zunächst, dass der Labyrinthinhalt wirklich das Flächenprincip erfüllt und sich wirklich bewegt. An einem Felsenbein kann man aber nie ganz sicher sein, ob das Labyrinth nicht irgendwo verletzt ist. Machte ich nun den Versuch mit einem geschlossenen Röhrchen von der Grösse und Form eines Bogenganges, so erhielt ich auf der Centrifugalmaschine wegen der Grösse der Reibung niemals eine Drehung. Ich habe daher die ursprüngliche Ansicht aufgegeben. Ein Wassertropfen von 1 Ctm. Durchmesser auf der Scheibe der Centrifugalmaschine zeigt das Flächenprincip sofort.

Um den Thatsachen gerecht zu werden, müssen wir ferner annehmen, dass ein momentan wirkendes Drehungsmoment eine gegensinnige Drehempfindung von beträchtlicher Nachdauer erzeugt, welche jedoch durch ein entgegengesetztes Drehungsmoment sofort wieder gelöscht werden kann. Nur so verstehen wir die Erscheinungen [1].

Wenn wir uns längere Zeit gleichförmig drehen, erlöscht die Wirkung des beim Beginn erregten Drehungsmomentes. Wir drehen uns ohne weitere Drehempfindung. Hören wir nun auf, so entsteht ein entgegengesetztes Drehungsmoment, welches mit seiner nachdauernden Empfindung zur vollen Wirksamkeit gelangt. So entsteht der Drehschwindel.

Machen wir eine einfache Wendung des Kopfes, so erzeugen wir beim Beginn ein Drehungsmoment und beim Schluss ein entgegengesetztes. Letzteres löscht sofort die nachdauernde Empfindung des ersteren.

Eine Schwierigkeit, die ich nicht unterschätze, will ich sofort unverhohlen darlegen. Vielleicht scheint sie mir grösser wie Anderen. Die Drehempfindung lässt sich psychologisch in

---

[1] Dies stützt sich hauptsächlich auf den Versuch 3. Es ist merkwürdig, dass die Winkelbeschleunigung die Empfindung einer Winkelgeschwindigkeit erregt. Teleologisch ist dies leicht zu begreifen. Wollen wir das Factum verstehen, dass bei einer Kopfwendung von kurzer Dauer keine Nachempfinduug entsteht, so müssen wir der einmal erregten Empfindung eine beträchtliche Nachwirkung zuschreiben und aufeinanderfolgende Empfindungen als algebraisch summirbar betrachten. Ist v die variable Winkelgeschwindigkeit einer Kopfwendung, t die Zeit, so setzen wir die durch ein Element der Bewegung erregte Winkelgeschwindigkeitsempfindung

$$d\rho = a.\frac{dv}{dt}\,dt.$$

Nehmen wir die Dauer der Kopfwendung verschwindend gegen die Dauer der Nachwirkung, so haben wir am Ende der Bewegung die Empfindung

$$\rho = a\int_{t_0}^{t_1}\frac{dv}{dt}\,dt,$$

welche selbst $= o$ ist, wenn für t_1 und t_0 $\frac{dv}{dt} = 0$, wenn die Bewegung mit der Beschleunigung $= o$ anfängt und endigt, denn wir haben unter dem Integralzeichen immer ein vollständiges Differential.

eine Folge von Lagenempfindungen auflösen. Wie kann ein einfacher momentaner Reiz eine Folge von Empfindungen verursachen? Man sieht daraus, dass unser Erklärungsprincip jedenfalls provisorisch ist.

Sollen Drehungsversuche von entgegengesetztem Sinne auch Drehempfindungen von entgegengesetztem Sinne hervorrufen, so muss dafür gesorgt sein, dass bei dem einen Sinn nur der eine, bei dem andern der andere der beiden etwa anzunehmenden Ampullennerven desselben Bogenganges gereizt wird. Beide Nerven desselben Bogenganges müssen dann auch mit Drehungsempfindung von entgegengesetztem Sinn reagiren. Besteht hiefür eine anatomische Einrichtung?

Auch manche optische Erscheinungen gehen durch das Besprochene ihrer Aufklärung entgegen. Ruhende Netzhautbilder können bewegt und bewegte ruhig erscheinen. Gibt es einen zweiten Raum, welcher hinter dem optischen steht, mit welchem ersterer stets in reflectorischem Zusammenhange ist, so sieht man wenigstens das Princip der Erklärung dieser wunderbaren Erscheinungen. Dies habe ich schon an einem anderen Orte berührt und hoffe hierauf nächstens näher eingehen zu können.

Bei der Lectüre der Studien von Hasse[1] drängt sich die Ansicht auf, dass das Gehörorgan sich aus einem Tastorgan entwickelt hat, welches sich periodischen Reizungen adaptirt hat. Die Beziehung des Gehörorgans zur Bewegung kann dann nicht überraschen. In der That treten die Bogengänge auch früher auf wie die Schnecke. Diese Beziehungen sind dann wohl ein Erbstück aus jener Zeit, in welcher Ortsbewegung, Greifen und Schlingen noch Eins war. Die leichte und unmittelbare Bewegungsauslösung durch Geräusch (bei Schreck) gehört auch hieher.

5.

Es schien mir natürlich wünschenswerth, das hier Vorgetragene durch vollständig heterogene und neue Versuche zu

[1] Vergleichende Morphologie des häutigen Gehörorgans. Leipzig, 1873.

prüfen. Obgleich die Sache keine besondere Aussicht auf Erfolg hatte, habe ich dennoch versucht, mit Hilfe des Arago'schen Rotationsmagnetismus dem Inhalt der Bogengänge ein Drehungsmoment zu ertheilen. Unmöglich kann dies nicht scheinen, wenn man bedenkt, dass selbst eine Glasplatte dämpfend auf die Schwingungen der Magnetnadel wirkt. Es kommt nur darauf an, dass man genügende Kräfte verwendet. Mein Versuch fiel negativ aus.

Schon Ritter[1] und später Purkyně haben den electrischen Strom von Ohr zu Ohr durchgeleitet. Letzterer meinte dabei sich vom Zinkpol gegen den Kupferpol zu bewegen. Ich habe den Versuch mit einer Smee'schen Batterie von sechs Elementen (hintereinander) wiederholt und vollständig bestätigt gefunden. Ich glaubte mich vom Zink zum Platin zu bewegen, was sich vielleicht mit Hilfe des wiederholt beobachteten Transportes der Flüssigkeiten durch den Strom aufklären lässt.

Auf diesen Versuch gründete ich neue Hoffnungen. Denken wir uns in der Ebene des Papiers den Nord- und Südpol eines Hufeisenelectromagnetes, der sich unter dem Papier befindet, und leiten wir in einer horizontalen Barlow'schen Scheibe, welche sich zwischen beiden Polen befindet, den Strom vom Nord zum Südpol, so beginnt sie eine Rotation, von oben gesehen, im Sinne des Uhrzeigers. Setzt man nun den von Ohr zu Ohr durchströmten Kopf zwischen die Pole, so spürt man nun zwar beim Öffnen und Schliessen der Kette einen drehenden Ruck oder ein drehendes Rütteln, allein es ist mir nicht gelungen, eine reine Erscheinung zu erhalten, wahrscheinlich aus Mangel an anatomischer Localkenntniss.

Ich zweifle aber gar nicht, dass es dem Physiologen von Fach gelingen wird, ein solches Experiment zu Stande zu bringen. Löwenberg findet die Anwendung electrischer Reize schwierig, weil man das Thier fixiren muss und eben deshalb den Ausfall des Experimentes nicht beobachten kann. Diese Schwierigkeit scheint mir überschätzt. Man kann das Thier an einer drehbaren Axe befestigen, so dass es seine Beine gebrauchen

[1] Hufeland's Journal für praktische Heilkunde. Bd, XVII, 3. Hft., pag. 34, 72.

kann, während es sonst ganz unbeweglich ist. Sollte man auf diese Art nicht eine einzelne Ampulle electrisch reizen oder den Inhalt eines Bogenganges mechanisch bewegen können? Der Strom kann durch die Axe unbehindert eintreten und dieselbe kann sogar den Magnet tragen, wenn man das Analogon des Barlow'schen Versuches haben will.

6.

Ich schliesse diese Mittheilung in der Hoffnung, dass man manche, vielleicht nicht ganz sachgemäss erscheinende Betrachtungen mit dem kleinen Fortschritt entschuldigen wird, welcher durch die neuen Versuche und den neuen Gesichtspunkt angebahnt sein dürfte.

Nachtrag.

Zur Vervollständigung meiner Abhandlung muss ich Folgendes hinzufügen:

Mein College Prof. S. Mayer hat mich auf eine Schrift von Marcus Herz, „Versuch über den Schwindel" (Berlin 1791) aufmerksam gemacht. Ich verschaffte mir das Buch, in der Meinung, dass es den Purkyně'schen Versuchen ähnliche werthvolle Daten enthalten könnte. Dasselbe behandelt aber blos den pathologischen Schwindel, enthält nicht einen einzigen Versuch und ist überhaupt ganz naturphilosophisch gehalten. Die Erklärungen des Verfassers sind rein psychologisch und die Theorie der unbewussten Schlüsse, welche bei ihm (namentlich S. 255—261) schon in der Blüthe steht, kann geradezu als abschreckendes Beispiel dienen.

Kurz nach der Absendung meiner Abhandlung kam mir der eben erschienene erste Theil von Wundt's „physiologischer Psychologie" zu Gesichte. Daselbst führt nun Wundt den Drehschwindel auf eine Functionsstörung des Kleinhirns zurück (S. 208). Bei dem complicirten Bau des Kleinhirns muss es nun als sehr unwahrscheinlich angesehen werden, dass die Winkel-

beschleunigung um irgend eine durch das Kleinhirn gehende Axe immer die Empfindung einer Drehung um dieselbe Axe auslöst. Wie eigenthümlich müsste das Kleinhirn gebaut sein, wenn es auf mechanischen Druck so reagiren sollte. Wie einfach erklärt sich hingegen dasselbe Phänomen durch den Bau der Halbcirkelcanäle.

Den Ritter-Purkyně'schen Versuch mit der Durchleitung des Stroms durch den Kopf hat Wundt ebenfalls wiederholt und hat dasselbe Resultat erhalten, wie die älteren Beobachter und wie ich. Seine Erklärung ist jedenfalls der Discussion werth, doch lässt sich bei der Complicirtheit eines solchen Eingriffes über dieselbe streiten (a. a. O. S. 211). Auf die Möglichkeit einer anderen Erklärung habe ich selbst schon hingewiesen.

Die Flourens'schen Erscheinungen bespricht Wundt (S. 220) ebenfalls, sucht aber die Ursache derselben ebenfalls im Kleinhirn.

Die Beobachtungen auf einer schwingenden Wage habe ich der Bequemlichkeit und Raumersparniss wegen angestellt. Wollte man analoge Versuche auf einer grossen Atwood'schen Fallmaschine anstellen, so wäre hiezu ein bedeutender Raum nöthig. Die Förderungsmaschinen in Bergwerksschachten sind nun ähnliche Vorrichtungen. Herr Prof. G. Schmidt vom hiesigen Polytechnicum theilte mir mit, dass nach seiner Schätzung die Schale, auf welcher er kürzlich in den Schacht eingefahren war, in 10 Secunden eine Geschwindigkeit von 3 Fuss erlangt habe, was also einer Beschleunigung von 0·01 der Schwerebeschleunigung entspricht. Schmidt hat diese Beschleunigung noch deutlich empfunden. Ein anderer bei dieser Mittheilung anwesender Naturforscher, der aber nicht Mechaniker war, erzählte, er habe sich an die Fallbewegung alsbald „gewöhnt". Dies will aber nur sagen, dass man die Bewegung nicht mehr empfindet, sobald dieselbe gleichförmig geworden ist und die Beschleunigung aufgehört hat.

Nochmals sehe ich mich genöthigt, einen Nachtrag hinzuzufügen. Aus Nr. 7 des Anzeigers der k. k. Gesellschaft der Ärzte (Sitz. vom 14. November 1873) ersehe ich, dass Herr Dr.

J. Breuer aus Anlass meiner Mittheilung eine vorläufige Note über eine von ihm ausgeführte Arbeit publicirt, in welcher er zu denselben Resultaten gelangt, wie ich in der meinigen. Sehr erfreulich ist es, dass meine und Breuer's Versuche sich gegenseitig ergänzen, indem gerade einige vivisectorische Versuche, die ich nicht ausführen konnte, die ich aber in meiner Arbeit als Probe meiner Ansichten vorgeschlagen habe, von Breuer wirklich ausgeführt worden sind und den erwarteten Ausfall gezeigt haben. Bei der vollständigen Unabhängigkeit beider Arbeiten und der Verschiedenheit der Ausgangspunkte dürfte ein solches Zusammentreffen nicht ohne Werth sein.

XXVI. SITZUNG VOM 13. NOVEMBER 1873.

Herr Prof. Dr. L. Pfaundler in Innsbruck übersendet eine Abhandlung: „Über einen Apparat zur Demonstration der Zusammensetzung beliebiger rechtwinklig auf einander stattfindender Schwingungen."

Herr Director Dr. Jos. Stefan überreicht den theoretischen Theil seiner Abhandlung: „Versuche über die Verdampfung"..

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow berichtet über die neuerliche Entdeckung eines teleskopischen Kometen, welche Herrn Coggia in Marseille am 10. November d. J. gelungen ist.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie, königl., gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt: Jahrbücher. Neue Folge. Heft VII. Erfurt, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1962. (Bd. 82. 18.) Kiel 1873; 4°.

Bericht des k. k. Krankenhauses Wieden zu Wien vom Jahre 1871. Wien, 1873; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 17. Paris, 1873; 4°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Bd., Nr. 21. Wien, 1873; 4°.

— böhmische, chemische: Berichte. IV. Heft. Prag, 1873; 8°.

— der Wissenschaften, Oberlausitzische: Neues Lausitzisches Magazin. L. Band, 1. Heft. Görlitz, 1873; 8°.

— naturhistorische, zu Hannover: XXII. Jahresbericht. Hannover, 1872; 8°.

— physikalisch-ökonomische, zu Königsberg: Schriften. XIII. Jahrgang. 1872. II. Abtheilung. Königsberg; 4°. — Geologische Karte der Provinz Preussen. Sect. 12. Danzig. Folio.

Gesellschaft, Deutsche, für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. I. Heft. Mai 1873. Yokohama; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 45. Wien, 1873; 4°.

Institute, The Anthropological, of Great Britain and Ireland: Journal. Vol. II, Nr. 3. London, 1873; 8°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc., von Alex. Naumann. Für 1871. I. Heft. Giessen, 1873; 8°.

Kasan, Universität: Bulletin et Mémoires. 1873. Nr. 1. Kasan, 1872; 8°.

Keller, Filippo, Ricerche sull' attrazione delle montagne con applicazioni numeriche. Parte II^da^. Roma, 1873; 8°.

Konninck, L. G. de, Monographie des fossiles carbonifères de Bleiberg en Carinthie. Bruxelles & Bonn, 1873; 4°.

Mojsisovics v. Mojsvár, Edmund, Das Gebiet um Hallstatt. I. Theil: Die Mollusken-Faunen der Zlambach- und Hallstätter Schichten. (Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Band VI.) Wien, 1873; 8°.

Moniteur scientifique du D^teur^ Quesneville. 383e Livraison. Paris, 1873; 4°.

Montigny, Ch., Mesures d'altitude barométriques prises à la tour de la cathédrale d'Anvers, sous l'influence de vents de vitesse et de directions différentes. Bruxelles, 1873; 8°.

Nature. Nr. 210, Vol. IX. London, 1873; 4°.

Observatory of Trinity College, Dublin: Astronomical Observations and Researches. II^d^ Part. Dublin, 1873; 4°.

Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. III. Reeks. II. Aflev. 2. Utrecht, 1873; 8°.

Raspail, F. V., Almanach et Calendrier météorologique pour l'année 1874. Paris & Bruxelles; 12°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIIe Année, 2me Série, Nr. 19. Paris, 1873; 4°.

Rostock, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1871—1873. 8°, 4° & Folio.

Société Royale des Sciences de Liège: Mémoires. IIe Série. Tome III. Liège, Bruxelles & Paris, 1873; 8°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XXe. 1873. Revue bibliographique B. Paris; 8^0^.

Virlet d'Aoust, Les origines du Nil. Paris, 1872; 8^0^.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 45. Wien, 1873; 4^0^.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 13. Heft. Wien, 1873; 4^0^.

XXVII. SITZUNG VOM 20. NOVEMBER 1873.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über das Verhalten der rothen Blutkörperchen zu einigen Tinctionsmitteln und zur Gerbsäure", vom Herrn Michael Laptschinsky aus St. Petersburg, eingesendet und empfohlen durch Herrn Prof. Dr. A. Rollett in Graz.

„Über die beim Zusammentreffen von Aceton, Brom und Silberoxyd entstehenden flüchtigen Fettsäuren", von dem c. M. Herrn Prof. Dr. Ed. Linnemann in Brünn.

„Nachtrag zur Abhandlung über den Gleichgewichtssinn", von dem c. M. Herrn Prof. Dr. E. Mach in Prag.

„Über die Mitbewegung des Lichtes in bewegten Mitteln", vom Herrn Capitular Karl Puschl in Seitenstetten.

„Über einige Erscheinungen des Ozons, Wasserstoffhyperoxyds und salpetersauren Ammoniaks", vom Herrn Heinrich Struve, Collegienrath in Tiflis.

Herr Prof. Dr. Ed. Suess legt eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung: „Über die Erdbeben des südlichen Italien" vor.

Herr Prof. Dr. Edm. Weiss erstattet einen vorläufigen Bericht über seine ersten Untersuchungen in Betreff der Identität des neuen von Coggia und Winnecke entdeckten Kometen mit dem Kometen 1818. I.

Herr Franz Toula, Prof. an der Gumpendorfer Communal-Realschule, überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Kohlenkalkfossilien von der Südspitze von Spitzbergen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Juni 1873. Berlin; 8°.

Aoust, Analyse infinitésimale des courbes planes etc. Paris, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 32. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1963 (Bd. 82. 19.) Kiel, 1873; 4°.

Cornalia, Emilio, Osservazioni sul *Pelobates fuscus* e sulla *Rana agilis* trovate in Lombardia. Milano, 1873; 8°.

Correnti, Cesare, Discurso pronunziato nell' adunanza generale solenne della Società Geografica tenuta il giorno 30 Marzo nella R. Università di Roma. Roma, 1873; 4°.

Crocq, J., De la production et du mécanisme des positions dans les malades articulaires. Bruxelles, Paris, Londres, Leipzig, 1856; 8°. — Le vaccin amène-t-il la dégénérescence de l'espèce humaine? Bruxelles, 1857; 8°. — De l'action thérapeutique et des applications pratiques du nitrate acide d'argent. Bruxelles, 1858; 8°. — Étude sur l'ophthalmie contagieuse dite militaire. Bruxelles, 1859; 8°. — De la pénétration des particules solides à travers les tissus de l'économie animale. Bruxelles, Paris & Leipzig, 1859; 8°. — Discours prononcé à l'Académie Royale de Médecine de Belgique, dans la discussion sur les amputations. Bruxelles, 1860; 8°. — Du développement de la matière tuberculeuse dans la cavité utérine. Bruxelles, 1860; 8°. — Note sur les inhalations de poussière de charbon appliquées au traitement de la phthisie pulmonaire. Bruxelles, 1863; 8°. — De l'Anthracose pulmonaire etc. Bruxelles, 1862; 8°. — De la contagion du Choléra. Bruxelles, 1866 & 1872; 8°. — Compte rendu des travaux relatifs aux sciences anatomiques et physiologiques à la physique et à la chimie médicales pendant la période 1841—1866. Bruxelles, 1867; 8°. — Compte rendu général des travaux de l'Académie R. de Médecine de Belgique, fait à l'occasion du 25me anniversaire de sa fondation. Bruxelles, 1867; 8°. — De la vaccine, des revaccinations et de la vaccination animale. Bruxelles, 1870; 8°.

Des Moulins, Charles, Fragments zoologiques. Nr. III. Un crinoide tertiaire dans la Gironde. Nr. IV. Sur un Spatangue du miocène supérieur de Saucats etc. Bordeaux, 1872; gr. 8°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVI (neuer Folge VI), Nr. 10. Wien, 1873; 8°.

— Astronomische, in Leipzig: Vierteljahresschrift. VIII. Jahrgang, 2. Heft. Leipzig, 1873; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 46. Wien, 1873; 4°.

Hauer, Franz Ritter von, Geologische Übersichtskarte der österreichisch-ungarischen Monarchie. Blätter Nr. IV, VII, VIII, IX, XI und XII, nebst erläuterndem Text. Wien, 1872. Folio & 4°.

Institut Royal Grand-Ducal de Luxembourg: Publications. Section des Sciences naturelles et mathématiques. Tome XIII. Luxembourg, 1873; 8°.

Istituto, R., di studi superiori di Firenze: Memorie del R. Osservatorio ad Arcetri. Tomo I., Nr. 1. Firenze, 1873; 4°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band VII, Nr. 5—8. Leipzig, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 23. Graz, 1873; 4°.

Lehmann, Otto, Revolution der Zahlen, die Seh in Schrift und Sprache eingeführt. Leipzig, 1869; 8°. — I. und II. Beiblatt zu Revolution der Zahlen. Leipzig, 1870 & 1872; 8°. — Logarithmen, gewöhnliche und trigonometrische für die Grundzahl Seh. Leipzig, 1873; 8°.

van der Mensbrugghe, G., Sur la tension superficielle des liquides considérée au point de vue de certains mouvements observés à leur surface. II[d] Mémoire. Bruxelles, 1873; 4°.

Mittheilungen des k. k. technischen und administrativen Militär-Comité. Jahrgang 1873, 7. & 8. Heft. Wien; 8°.

Nature. Nr. 211, Vol. IX. London, 1873; 4°.

Penn, The Monthly. Devoted to Literature, Science, Art and Politics. Vol. IV, Nr. 44. Philadelphia, 1873; gr. 8°.

Regel, E., *Conspectus specierum generis vitis regiones Americae borealis, Chinae borealis et Japoniae habitantium. Petropoli, 1873;* 8°.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 2. Lissabon, 1873; 4°.

Riccardi, Pietro, Intorno ad alcune rare edizioni delle opere astronomiche di Francesco Capuano da Manfredonia. Modena, 1873; 4°.

Società Italiana di Antropologia e di Etnologia: Archivio. III° Vol., fasc. 3° e 4°. Firenze, 1873; 8°.

Societät, physikalisch-medicinische, zu Erlangen: Sitzungsberichte. 5. Heft. November 1872 bis August 1873. Erlangen, 1873; 8°.

Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XVII° Année, Nrs. 5—7. Constantinople, 1873; 4°.

— Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1873, Tome XLVI, Nr. 2. Moscou; 8°.

Society, The Chemical, of London: Journal. Ser. 2, Vol. X. December 1872; Vol. XI, February—July 1873. London; 8°.

— The Zoological, of London: Transactions. Vol. VIII, Parts 3 & 4. London, 1872 & 1873; 4°. — Proceedings. Index. 1861—70. London, 1872; 8°.

Stadler, Rudolf, Die Wasserversorgung der Stadt Wien in ihrer Vergangenheit und Gegenwart. Denkschrift zur Eröffnung der Hochquellen-Wasserleitung im Jahre 1873. Wien, 1873; 4°.

Verein für Naturkunde zu Zwickau: Jahresbericht. 1871 & 1872. Zwickau, 1872 & 1873; 8°.

Whitley Partners von neuem durchgesehener, illustrirter und beschreibender Katalog von verbesserten, erfolgreichen europäischen und amerikanischen mechanischen Erfindungen etc. Leeds, 1873; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 46. Wien, 1873; 4°.

Wolf, Rudolf, Astronomische Mittheilungen. XXXIII. Zürich; 8°.

Zepharovich, Victor, Ritter von, Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich. II. Band. 1858—1872. Wien, 1873; 8°.

Über das Verhalten der rothen Blutkörperchen zu einigen Tinctionsmitteln und zur Gerbsäure.

Von **Michael Laptschinsky** aus Petersburg.

(Mit 1 Tafel.)

Aus dem physiologischen Institute in Graz.

Vor nun schon 10 Jahren hat **Rindfleisch** in seinen „Experimentalstudien über die Histologie des Blutes[1]“ einige sehr merkwürdige Bilder, welche er von Amphibienblutkörperchen mittelst einer Lösung von löslichem Anilinblau in Wasser erhielt, beschrieben und abgebildet.

Rindfleisch sagt darüber am angeführten Orte: „Als ich ganz frische Blutkörperchen mit Anilin behandelte und die Reaction unter meinen Augen von statten gehen liess, sah ich, wie sich die Blutkörperchen rundeten, dunkelroth wurden, plötzlich aber erblassten und zu gleicher Zeit an irgend einer Stelle ihrer Peripherie eine kuglige Masse hervortrat, die sich auch sofort blau färbte und in den meisten Fällen in zwei Schichten theilte, eine centrale, tiefblau gefärbte und homogene (den vermeintlichen Kern) und eine peripherische, weniger tief gefärbte, feinkörnige, das vermeintliche Protoplasma der jungen Zelle. Ich stelle diese Thatsache einfach hier her, ohne mich in irgend welche Hypothese über das Zustandekommen derselben zu vertiefen und empfehle Jedem, sich auf die trügerische Anilinfärbung nicht weiter einzulassen, als es derartige Erfahrungen räthlich machen.“

Mir schien das beschriebene Anilinblaubild mit einer Reihe seither von andern Forschern gemachten Beobachtungen in einem sehr innigen Zusammenhang zu stehen.

---

[1] Leipzig 1863. p. 11.

Soviel mir aber bekannt ist, hat sich seither Niemand eingehender damit beschäftigt. Nur Rollett sagt in seinem Artikel „Vom Blut“ in Stricker's „Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere [1]:“

„Eine besondere Veränderung hat Rindfleisch an den Froschblutkörperchen auf Zusatz von löslichem Anilinblau beschrieben. Es soll eine kernhaltige, sich rasch blau färbende Kugel ausgestossen werden, man wird aber bei Concentrationen des Reagens von $^1/_2$ Grm. auf 100 Cub. Cm. nur die merkwürdige Erscheinung des Austrittes des Kernes aus den kugelig werdenden Blutkörperchen beobachten. Besonders auffallend ist, dass die Theile des Kernes, welche einmal den Contour des Körperchens überragen, sogleich beträchtlich quellen, so dass in dem Stadium das Bild des Kernes dem eines kurzen grossköpfigen Nagels gleicht, der in die Substanz des Körperchens eingetrieben erscheint. Hat der Kern das Körperchen einmal vollständig verlassen, dann quillt er in allen Theilen, fängt an, sich zu tingiren und noch weitere, aber noch näher zu studirende Veränderungen einzugehen.“

Ich stellte mir nun die Aufgabe, zu sehen, was man denn bei einer ausgedehnteren Versuchsreihe mittelst Anilinblau eigentlich für Erscheinungen an den Blutkörperchen beobachten könne.

Die Resultate, welche ich erhielt, erweckten bald in der That meine ganze Aufmerksamkeit, und indem ich nun darangehe, dieselben zu beschreiben, will ich vorerst über die sehr auffallenden und seltsam erscheinenden Bilder, welche ich erhalten habe, hier einfach berichten, erklärende Betrachtungen auf später verschiebend.

Ich bemühte mich durch lange Zeit vergeblich, das von Rindfleisch nach Anwendung von löslichem Anilinblau beschriebene Hervortreten einer kernhaltigen, sich rasch blau färbenden, kugeligen Masse aus den Blutkörperchen zu beobachten. Rindfleisch hat die Concentration der Lösung, welche er anwendete, nicht angegeben und die anfangs von mir angewendeten

[1] I. Band, Leipzig 1871, p. 291.

Lösungen waren zu concentrirt. Endlich probirte ich mir eine Lösung aus, bei deren Anwendung die erwähnte Erscheinung an jedem Blutkörperchen schön und deutlich zu sehen war. Es war das eine Lösung von 0,25 Grm. Anilinblau in 100 Cub. Cm. Wasser. Verdünntere Lösungen bringen die Erscheinung zu rasch hervor, so zu sagen auf einmal; auch ist dabei das Aufquellen der ausgetretenen Masse sehr stark, während bei mehr concentrirten Lösungen die Erscheinung nicht so deutlich zu beobachten ist wegen des zu tief blau gefärbten Gesichtsfeldes.

Mischt man mit einem Tropfen der erwähnten Lösung ein Minimum von Tritonen-Blut (*Triton taeniatus*), so sieht man an den Blutkörperchen, dass dieselben rund werden, ähnlich wie nach Wasserwirkung; sie erscheinen etwas dunkler gefärbt und weniger transparent. Bald darauf sieht man den runden und ein wenig gequollenen Kern die Oberfläche des Blutkörperchens an einer Stelle etwas überragen und rasch darauf denselben immer mehr und mehr aus dem Blutkörperchen heraustreten. Dabei wulstet sich aber sogleich eine stark quellende und sich blau tingirende Substanz um ihn herum. Das geht so weit, dass nach dem vollständigen Austritt der ganzen Masse der Kern in vielen Fällen nicht mehr deutlich in derselben zu sehen ist. Diese stark aufquellende und dadurch nach und nach weniger intensiv tingirt erscheinende Masse bleibt gewöhnlich an einem Rest des Blutkörperchens, der farblos erscheint, hängen. (Fig. 1.)

Behandelt man ein auf die oben angegebene Weise mittelst Anilinblau angefertigtes Blutpräparat mit Essigsäure, so verkleinern sich die ausgetretenen blaugefärbten, kugeligen Massen, ihre Farbe wird dadurch tiefer. (Fig. 2.) Oefters bilden sich auch strahlenförmige Ausläufer der blauen Masse. Ist der Kern aus dem Blutkörperchen nicht vollständig ausgetreten, so sieht man dann den nach innen liegenden Theil des Kernes mit einer an ein unregelmässiges Gitter erinnernden Zeichnung versehen, welche sich so ausnimmt, wie die, welche von Rollett[1] als balkige Gerinnung beschrieben wurde. (Fig. 3.)

[1] Über Zersetzungsbilder der rothen Blutkörperchen, p. 9. (Untersuchungen aus dem Institute olfür Phsyiogie und Histologie in Graz. Leipzig 1870.)

An den Blutkörperchen des Menschen bringt unsere Anilinblaulösung die Wirkung des Wassers hervor. Man sieht im blau gefärbten Gesichtsfelde kaum mehr wahrnehmbare kugelige blasse Reste der Blutkörperchen. Setzt man dem Präparat Essigsäure zu, so entsteht ein blau gefärbter Niederschlag, zwischen welchem dann die entfärbten Reste der Blutkörperchen deutlicher hervortreten.

Die Bilder, welche ich vom Tritonenblut erhalten hatte, waren merkwürdig genug, um es lohnend erscheinen zu lassen, auch die Wirkung von Lösungen zu untersuchen, welche nicht so, wie das die reine Anilinblaulösung leicht ersichtlich thut, auch die Wasserwirkung an den Blutkörperchen hervorbringen.

Ich bereitete mir also durch Mischung von Anilinblaulösungen mit der entsprechenden Menge kaltgesättigter ClNa-Lösung Proben von $^1/_6\,\%$, $^1/_4\,\%$, $^1/_2\,\%$ und $1\,\%$ ClNa-Gehalt.

Mit der $^1/_6\,\%$ ClNa enthaltenden Anilinblaulösung kommt die Erscheinung des Heraustretens des Kernes schon weniger häufig vor, und wenn es geschieht, so bedeutend langsamer als mit der salzfreien Lösung.

In den rund gewordenen Blutkörperchen sieht man den Kern zuerst auch rund und verhältnissmässig kleiner als im unveränderten Körperchen. Nach und nach aber, indem sich das Blutkörperchen entfärbt, erscheint der Kern grösser und erreicht fast die Peripherie. Da kommt es nun vor, dass man an einer oder mehreren Stellen der Peripherie kleine Auswüchse bemerken kann, die sich blau tingiren und von denen aus die Tinction sich weiter in das Innere verbreitet. Anstatt dass man aber jetzt den Kern vollkommen heraustreten sehen würde, sieht man vielmehr, dass der Kern im Innern noch mehr aufquillt und dabei sich tingirt, während die anfänglichen Auswüchse wieder zurücktreten.

Auf diese Weise erhält man nach einiger Zeit eine homogene, tief blau gefärbte Kugel. Die erwähnten temporär auftretenden kleinen Hervorwölbungen sieht man theils am Rande, theils auf der Oberfläche der Blutkörperchen und kann, wenn man die letzteren zum Wälzen bringt, abwechselnd das eine und das andere Bild erhalten.

Nach einiger Zeit findet man im Präparat die Mehrzahl der Blutkörperchen als tiefblau tingirte, homogene Kugeln. Manchmal erscheint der Rand derselben etwas wellig oder sie zeigen einen etwas heller gefärbten Saum. Sicheres über das Verhalten jener Substanz, welche im Falle des Austrittes des Kernes als Rest des Blutkörperchens zurückbleibt, lässt sich in diesen Fällen nicht ermitteln. Körperchen, an denen der Kern mit der ihn umhüllenden Substanz theilweise oder ganz ausgetreten ist, sieht man aber auch in unserem Gemisch noch immer, nur seltener als in der salzfreien Lösung.

Lässt man, wenn einmal die Blutkörperchen durch Anilinblau die beschriebenen Veränderungen erlitten haben, Essigsäure auf dieselben wirken, dann ziehen sich die kugeligen Körper zusammen, erscheinen gesättigter gefärbt, und manchmal kommt dabei der Contour des Kernes zum Vorschein. Lässt man dagegen die Essigsäure allmälig schon in jenem Stadium einwirken, wo die Blutkörperchen noch die erwähnten Hervorwölbungen oder Flecken an der Oberfläche zeigen, dann erhält man eine Reihe besonderer Bilder, deren Beschreibung ich aber bis dahin verschiebe, wo ich über die Wirkung der Kohlensäure auf die mit Anilinblau behandelten Blutkörperchen sprechen werde.

Auf Menschenblut wirkt diese Lösung nicht viel verschieden von der salzfreien.

In der $^1/_4$ % ClNa enthaltenden Anilinblaulösung tingiren sich fast alle Kerne, ohne auszutreten, und zwar auf dieselbe Weise, wie es für die vorhergehende Lösung beschrieben wurde. Das Auftreten und die Tinction von vorübergehend vorhandenen Auswüchsen wurde aber seltener beobachtet.

Gewöhnlich tingirt sich, nachdem das Blutkörperchen fast ganz entfärbt ist, der Kern allmälig, ohne dass etwas von einem Auswuchs oder von einem tingirten Fleck zu sehen wäre. Die ganze Erscheinung verläuft langsamer als bei der vorigen Lösung. Die Blutkörperchen entfärben sich auch in dieser Lösung ebenso, wie in der vorhergehenden.

In der $^1/_2$ % ClNa enthaltenden Anilinblaulösung werden die Tritonenblutkörperchen sehr bald fleckig und faltig, zuletzt schrumpfen sie zusammen. Erst nach längerer Zeit findet man mehrere entfärbte Körperchen mit blau tingirten Kernen.

In der 1% ClNa enthaltenden Anilinblaulösung erhalten sich die Blutkörperchen schon ziemlich unverändert. Die Kerne tingiren sich nicht mehr. Nur vereinzelt trifft man sofort nach Anfertigung eines Präparates freie Kerne und grössere kugelige Körper schön blau tingirt.

In den letzten zwei Lösungen erhalten sich auch die Blutkörperchen des Menschen ziemlich unverändert. Entfärbung tritt nicht ein; die Körperchen erscheinen aber meist stern- oder stechapfelförmig.

Nachdem ich die vorerwähnten Beobachtungen über die Wirkung des löslichen Anilinblau auf die Blutkörperchen gemacht hatte, musste es mich wegen der Beschreibung, die Roberts[1] von der Wirkung des salpetersauren Rosanilin auf die Blutkörperchen gegeben hat, und welche darnach einige Ähnlichkeit mit der Anilinblauwirkung zu haben schien, auch interessiren, die Wirkungen jenes Reagens auf die Blutkörperchen einer erneuten Untersuchung zu unterwerfen.

Die Blutkörperchen werden nach Roberts in der Rosanilinlösung durchsichtig, kugelig, blassrosenfarbig, und an einem Punkt der Peripherie sollen ein, seltener zwei dunkelrothe Flekken erscheinen, die entweder in eine Vertiefung der Oberfläche eingesenkt waren, oder über die letztere hervorragten.

Als ich Versuche mit dem Reagens anstellte, sah ich auch hier sogleich, dass die Erscheinungen, welche man erhält, abhängig sind von der Concentration der Lösung, die man benützt.

Bei Anwendung sehr verdünnter Lösungen (0·026 Grm. in 100 Cub. Cm.) sieht man aus den vorerst ebenfalls wie durch die Wasserwirkung kugelig gewordenen Blutkörperchen des Tritons eine aufgequollene, wulstige, sich intensiv roth tingirende Masse austreten, die sich aber dann, sowie sie mit dem Reagens vollständig in Berührung kommt, sofort stark contrahirt. Der Rest des Blutkörperchens, an dem die ausgetretene Masse gewöhnlich hängen bleibt, entfärbt sich während dieses Vorganges sehr rasch, das helle, indessen wieder länglich oval gewordene

[1] W. Roberts, On peculiar appearances exhibited by blood-corpuscles under the influence of solutions of Magenta and Tanin. Quart. Journ. of microscop Science. July 1863, p. 170.

Stroma zurücklassend. (Fig. 4.) Während des Hervortretens sieht man im Innern der aufgequollenen Substanz deutlich den Contour des Kernes, der aber meistens nachher, in Folge der starken Zusammenziehung dieser Substanz, nicht mehr zu sehen ist.

Der erste Act des ganzen Vorganges ist die Erscheinung eines rothen Fleckes, der über die Oberfläche des Körperchens hervorragt; gewöhnlich folgt aber darauf sehr rasch das vollständige Heraustreten und die Tinction des Kernes mit der ihn umgebenden Substanz.

Es kann aber auch hier vorkommen, dass nach dem Erscheinen des rothen Fleckes, oder anders gesagt, nach dem Heraustreten eines kleinen Theiles der den Kern umgebenden, aufgequollenen Substanz, der andere grössere, noch im Innern des Körperchens liegende Theil nicht heraustritt, sondern sich mit dem Kern von dem zuerst erschienenen Fleck aus tingirt.

Wie gesagt, bleibt die vollständig aus dem Blutkörperchen ausgetretene intensiv tingirte Masse im Zusammenhang mit dem Stroma. Übt man auf das Deckgläschen mit einer Nadel einen leichten Druck aus, so kann man das Stroma in schwingende Bewegung versetzen, während die an dem Stroma hängende Masse sich meistens ruhig verhält, wie wenn sie ans Objectgläschen geklebt wäre.

Auf concentrirtere Lösungen von Rosanilin sieht man den Kern mit der ihn umgebenden Substanz selten aus dem Blutkörperchen vollständig heraustreten, meist tritt er nur theilweise heraus. Es lässt sich aber mit Lösungen von mittlerer Concentration sehr schön die Art der Entstehung der später in buckliger oder strahliger Form um den Kern gesammelten Masse beobachten. Die Blutkörperchen werden zuerst rund, ebenso auch die Kerne, die Contouren der letzteren deutlicher. Auf einmal macht das Körperchen eine Bewegung und kehrt aus der runden Form entweder wieder in die länglich ovale zurück, oder es nimmt eine Wetzsteinform an. Zugleich sieht man im Blutkörperchen eine röthliche Färbung entstehen, bedingt durch einen feinkörnigen Niederschlag, der zuerst gleichmässig vertheilt ist, sich nachher aber rasch als Ballen um den Kern herum sammelt Fig. 5), und sich dann noch stärker tingirt. Nach der Zusammenziehung erscheint er oft in stachlicher Form. (Fig. 6.)

Rosanilin in etwa zehnmal concentrirterer Lösung als anfänglich angewandt, wirkt auf die Blutkörperchen sehr intensiv. Es entsteht, während die Körperchen rasch ihre natürliche Farbe verlieren, ein flockiger und wie wir sehen werden klebriger, sich roth tingirender Niederschlag, der entweder ganz oder theilweise aus dem Körperchen heraustritt, oder sammelt sich dieser Niederschlag im Innern des Körperchens zu einer peripherisch liegenden Schichte, Fig. 7, die vom Kern durch das helle Stroma getrennt ist. Die Tinction erfolgt auch hier von einem hervorragenden rothen Fleck aus, d. h. von einem Theil der Substanz, die im Begriffe ist, aus dem Körperchen herauszutreten. Lässt man das Reagens auf die Blutkörperchen allmälig, durch Diffusion einwirken, so kann man beobachten, wie die rund gewordenen Blutkörperchen sich rasch entfärben, während die den Kern einschliessende, röthlich tingirte Substanz sichtbar wird. Diese letztere scheint aber, schon ehe die Tinction sie deutlich erkennbar macht, von dem Blutköperchen sich abzuspalten und anfänglich zu quellen. Kommt sie nun beim Aufquellen an die Peripherie des Blutkörperchens, oder tritt sie ein wenig heraus, so bemerkt man, wie von diesem Theile aus, der sich sofort intensiv roth tingirt die Tinction sich schnell auch auf die übrige Masse ausbreitet, die sich aber, sowie der Farbstoff auf sie einwirkt, sogleich stark contrahirt. (Fig. 8.) Auf diese Weise wird sie oft von dem über die Oberfläche hervorgetretenen Theile losgetrennt, worauf man dann an der Oberfläche des Blutkörperchens eine kleinere Partie der gefärbten Masse von wechselnder Grösse isolirt wahrnimmt. (Fig. 9.)

Wird ein wenig Blut mit einem Tropfen der concentrirten Rosanilinlösung direct gemischt, so ist die Wirkung eine so intensive und rasche, dass der Vorgang dabei schwer zu beobachten ist. Man sieht die entfärbten, kugeligen Blutkörperchen, umgeben von einem an ihnen haftenden Niederschlage, während die Kerne intensiv roth tingirt erscheinen und entweder einen scharfen runden Contour (Fig. 10), oder ein mehr unregelmässiges oft flockiges Aussehen haben. (Fig. 11.)

Häufig sind mehrere Blutkörperchen durch den erwähnten Niederschlag zusammengekittet und trennen sich, wenn man auf das Deckgläschen mit einer Nadel einen leichten Druck aus-

übt, oder sie bewegen sich zusammen, ohne sich zu trennen. Man kann durch dieses Manöver auch Körperchen, die wie durch einen fadenförmigen Anhang an nebenliegende geheftet sind, in schwingende Bewegung versetzen.

Menschliches Blut, mit der concentrirten Rosanilinlösung gemischt zeigt an der Oberfläche der kugelig und entfärbt gewordenen Blutkörperchen ein kleines, intensiv roth tingirtes Fleckchen. (Fig. 12.)

Mit verdünnten Lösungen ist nur ein roth tingirter Niederschlag zu sehen, wahrscheinlich aus den Blutkörperchen entstehend, die dabei kugelig, durchsichtig und blass erscheinen.

Kochsalz schwächt oder verhindert, je nach dem Gehalt, auch die Wirkung der Rosanilinlösung auf die Blutkörperchen. Schon ein Gehalt von $^1/_{10}$ — $^1/_8$ % ClNa verlangsamt die Wirkung sehr merkbar.

In der 1% ClNa enthaltenden Rosanilinlösung erhalten sich die Blutkörperchen ebenso, wie wir das bei der entsprechenden Anilinblaulösung gesehen haben.

Roberts hat gleichzeitig mit dem Rosanilin auch die Gerbsäure untersucht und eine in mancher Beziehung analoge Wirkung beider Mittel wahrgenommen.

Eine Tanninlösung in der Concentration, wie sie von Roberts angewandt wurde (3 Gr. auf 1 Unze), macht die Blutkörperchen des Triton zuerst rund. Es entsteht dann auch hier eine Trübung im Körperchen, bedingt durch einen Niederschlag, der den Kern unsichtbar macht, der sich dann allmälig von der Peripherie gegen das Centrum hin zusammenzieht und endlich in Form einer aus Balken zusammengesetzten Gerinnung, die am Rande in mehr oder weniger Strahlen ausläuft, erscheint, ganz ähnlich wie nach der Wirkung des Rosanilin. Ehe aber noch dieses Bild durch die Tanninlösung vollkommen entstanden ist, sieht man an einer oder mehreren Stellen der Peripherie des Blutkörperchens verschieden gestaltete Auswüchse hervorschiessen. Man findet diese Auswüchse entweder im Zusammenhang mit der früher beschriebenen Figur und dort, wo der Auswuchs an der Peripherie des Blutkörperchens sitzt, denselben eingeschnürt (Fig. 13), oder man findet den Auswuchs einer andern Stelle der Oberfläche des Blutkörperchens anhaftend

und ohne sichtbaren Zusammenhang mit der vorerwähnten Gerinnung, Fig. 14.

Ferner trifft man Bilder, wo zwei oder drei Fortsätze sich wie die in Fig. 13 beschriebenen verhalten (Fig. 15), und überdies noch Fortsätze, welche sich verhalten, wie der in Fig. 14 beschriebene.

Aber nicht alle Fortsätze zeigen das Ansehen der früher beschriebenen Gerinnung, sondern einzelne erscheinen glatt, meist kolbenförmig, und auch diese hängen entweder mit der Gerinnung um den Kern (Fig. 16), oder mit einem andern Theile des Blutkörperchens zusammen (Fig. 17).

Ausserdem kommen kugelige Fortsätze vor, die mit breite. Basis dem Blutkörperchen ansitzen und immer glatt erscheinen

Mit verdünnteren Tanninlösungen ($^1/_2$ — 1 Gr. auf 1 Unze) sieht man die Blutkörperchen des Triton rund werden; dann tritt aber auf einmal wie ausfliessend ein körniger Niederschlag aus dem Körperchen hervor, der diesem wie eine Kappe aufgesetzt erscheint (Fig. 18), oder aber der Niederschlag erscheint an mehreren Stellen der Oberfläche des Blutkörperchens, oder er zeigt ein kranzförmiges Ansehen und hängt in eigenthümlicher Weise mit den Blutkörperchen zusammen. Es sind das Bilder, auf welche ich später noch verweisen werde. Bei Anwendung der $^1/_2$ Gr. Tannin auf 1 Unze Wasser enthaltenden Lösung sieht man überdies häufig den Kern sammt jener körnigen Masse aus dem Blutkörperchen heraustreten. (Fig. 19.)

An den Blutkörperchen des Menschen bringt die concentrirte Tanninlösung (Gr. 3 auf Dr. 1) ein ziemlich constantes Bild hervor. Es erscheinen kleine, kugelige Gebilde an der Oberfläche der verkleinerten und rund gewordenen Blutkörperchen haftend, meist je ein solches Gebilde an jedem Blutkörperchen; es kommen aber auch hier zwei und mehr solche Gebilde an demselben Blutkörperchen vor, Fig. 20. Diese Fortsätze sind den früher an den Tritonenblutkörperchen beschriebenen glatten Fortsätzen zu vergleichen.

Bei der Anwendung verdünnter Tanninlösungen sieht man auch an den menschlichen Blutkörperchen einen körnigen Niederschlag aus den Körperchen austreten. (Fig. 2 1.)

Blicken wir auf die bisher erhaltenen Resultate zurück, so ergibt sich sofort, dass eine Reihe der Bilder, welche man mittelst Zusatz bestimmter Lösungen von Anilinblau, Rosanilin und Gerbsäure von den Tritonenblutkörperchen erhalten kann, eine ganz unverkennbare Ähnlichkeit zeigen mit den oft genannten Bildern, welche man durch die Wirkung der Kohlensäure auf gewässertes Blut erhalten kann, und es wäre zu vermuthen, dass eine Reihe von Bildern, welche mittelst der zuerst genannten Reagentien erhalten werden können, bisher auf die Wirkung der Kohlensäure blos darum nicht beobachtet wurden, weil bei den letzteren Versuchen die jene Bilder verdeutlichende Wirkung des Tinctionsmittels fehlt. Auch die Gerbsäure verleiht den vorerwähnten, geformten Niederschlägen aus den Blutkörperchen einen blassbräunlichgrünen Farbenton.

Es schien also geboten, auf die Kohlensäurebilder ein Tinctionsmittel einwirken zu lassen, welches an sich die Wirkungen, welche das Anilinblau und Rosanilin in wässriger Lösung hervorrufen, nicht hervorbringt. Ich wendete mich in dieser Beziehung zum Carmin und muss nun zuerst das Verhalten der Blutkörperchen zu einer Lösung von carminsaurem Ammoniak an sich näher behandeln.

Bekanntlich hat Rollett[1] auf die Thatsache aufmerksam gemacht, dass eine neutrale, salzfreie Lösung von Carmin-Ammoniak an den Blutkörperchen die Wirkung des Wassers hervorbringt, dass dagegen in einer $^1/_2$ — 1 % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung sich die Blutkörperchen ziemlich unverändert erhalten und in keinen ihrer Theile Carmin aufnehmen, sondern erst, wenn die Blutkörperchen in jenem Gemisch durch Frieren oder durch Entladungsschläge zerstört sind, die Kerne sich färben.

Ich stellte mir zunächst die Aufgabe, diese Thatsachen genauer zu verfolgen. Die salzfreie Lösung von Carmin-Ammoniak, deren ich mich bei meinen Untersuchungen bediente, wurde in folgender Weise bereitet: 1 Gr. Carmin wurde in einer Achatschale mit 30 Tropfen concentrirter Ammoniakflüssigkeit zu einer dickflüssigen Masse zusammengerieben, sodann mit distillirtem Wasser in einen grossen Messcylinder hineingespült und auf 200 Cub. Cm.

[1] Vom Blut. L. c. p. 291.

verdünnt. Die schön und tief roth gefärbte Flüssigkeit wurde nach einigem Stehen filtrirt; sie zeigte keinen Geruch nach Ammoniak und war sehr lange Zeit unzersetzt zu gebrauchen.

Salzhaltige Carmin-Ammoniaklösungen von $^1/_6$ %, $^1/_4$ %, $^1/_3$ %, $^1/_2$ % und 1 % ClNa-Gehalt stellte ich mir wieder mittelst Zumischung eines entsprechenden Volumens einer kaltgesättigten Kochsalzlösung (31, 85 %) aus jener Carminlösung her.

Beobachtet man vorerst die Wirkung der salzfreien Lösung von Carmin-Ammoniak am Tritonenblut, indem man Blut und Reagens nebeneinandersetzt und Diffusion eintreten lässt, so sieht man, dass die Blutkörperchen und ihre Kerne rund werden. Der Kern tritt häufig aus dem Körperchen heraus, quillt dabei sehr stark auf und tingirt sich, aber so, dass er nach einiger Zeit nur als eine ganz blassroth gefärbte Kugel erscheint, die meistens kaum wahrzunehmen ist. Die Substanz des Körperchens, aus dem der Kern austrat, entfärbt sich und wird allmälig kleiner, zuletzt sieht man von ihr nichts als einen blassen Contour. Tritt der Kern nicht heraus, so kann man beobachten, wie in dem Masse, als der Kern aufquillt, homogen wird und sich tingirt, die Substanz des Körperchens allmälig einen kleineren und kleineren Saum um ihn herum bildet, und zuletzt ganz verschwindet, so dass auf diese Weise wieder eine grosse, blass rosa gefärbte Kugel entsteht. An dem Blute des Menschen sieht man nur, dass die rothen Blutkörperchen kugelig werden und sich entfärben.

Ich will hier beiläufig bemerken, dass die farblosen Körperchen des Menschenblutes sich auf salzfreie Carmin-Ammoniaklösung auch vollkommen abrunden und ein wenig aufquellen; sie werden aber dabei nach und nach blässer, so dass man sie nach einiger Zeit nur mit Mühe im Präparate auffinden kann. Einige zeigten im Innern deutlich einen runden Kern, der allmälig aufquoll, sich schwach tingirte und so fast die ganze Masse des Körperchens einnahm. Andere erschienen vollkommen rund, feinkörnig, ohne dass etwas von einem Kern zu sehen war. Die Körnchen zeigten oft starke Molecularbewegung. In diesem Stadium beobachtete ich aber dann, wie auf einmal der feinkörnige Inhalt an einer Stelle hervorspritzte; unmittelbar darauf zerstreute sich die ganze Zellsubstanz des Körperchens in der Umgebung und nur der runde und schön tingirte Kern blieb sichtbar, quoll

aber auch sofort immer auf und wurde dabei schwächer wahrnehmbar.

Gehen wir nun über zu den salzhaltigen Carminlösungen, so sieht man, dass in Lösungen von $^1/_6$ % ClNa bis zu 1 % ClNa Gehalt die Blutkörperchen in immer grösserer Zahl mit ungefärbten, nicht gequollenen Kernen und in Bezug auf ihre äussere Form unverändert oder nur mit Runzeln oder Falten an der Oberfläche versehen sich erhalten. Nur einzelne Blutkörperchen, und zwar mit steigendem Salzgehalte immer weniger, erscheinen gequollen, rund, oder oval, oder in Bezug auf die Blutkörperchensubstanz wesentlich reducirt und mit gefärbten Kernen, kurz, zeigen jene Veränderungen, welche die salzfreie Carminlösung in kurzer Zeit successive an allen Körperchen hervorbringt.

Nur auf das Verhalten der Blutkörperchen zu der 1 % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung will ich hier etwas näher eingehen, weil die Beobachtungen, welche man damit machen kann, unsere Aufmerksamkeit in mehrfacher Weise verdienen.

Bringt man auf einen mikroskopischen Objectträger ein kleines Tröpfchen Tritonenblut mit einem grösseren Tropfen der 1 % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung zusammen, so findet man das Folgende:

Die grosse Mehrzahl der rothen Blutkörperchen erscheint oval oder mehr rund; oft sind sie gefleckt oder mit quer über dieselben hinlaufenden Runzeln versehen. Der Kern ist in denselben meistens deutlich sichtbar. Erst nach einiger Zeit schrumpfen die Blutkörperchen mehr zusammen und werden dabei unregelmässig faltig, ohne sich aber zu entfärben und ohne von dem Farbstoff der Lösung etwas aufzunehmen; der Kern ist dann unsichtbar geworden.

Neben den rothen Blutkörperchen sieht man weisse Blutkörperchen, von unregelmässiger, meist länglicher oder in mehrfache Spitzen auslaufender Form, deren Kerne ebenfalls nicht tingirt erscheinen.

Neben den so erhaltenen Blutkörperchen, welche die weitaus überwiegende Anzahl ausmachen, findet man aber immer sofort nach Anfertigung eines Präparates einzelne stark roth gefärbte Körper von verschiedener Grösse und Form. Man kann folgende Formen unterscheiden:

a) Runde oder ovale, intensiv roth tingirte und vollkommen homogene, meistens mit einem deutlichen Contour versehene Körper. Ihre Grösse ist verschieden; die runden sind gewöhnlich etwas kleiner als die ovalen und erinnern, was ihre Grösse betrifft, an angequollene Kerne, während die ovalen bis zur Grösse der unveränderten rothen Blutkörperchen heranreichen.

Die runden Körper sind meistens intensiver gefärbt und erscheinen deutlicher contourirt als die grösseren ovalen Körper.

b) Schwach tingirte Kerne, umgeben von einem runden oder ovalen Saum, der entweder vollkommen farblos oder nur wenig mit Blutfarbestoff gefärbt erscheint.

c) Sehr grosse, scharf begrenzte und mit Körnchen gefüllte kugelige Körper, welche grösser sind als unveränderte weisse Blutkörperchen und gleichfalls stark roth gefärbt erscheinen.

d) Körper mit roth tingirten Kernen 1 oder 2 — 3 nebeneinander mit deutlicher heller, körniger Protoplasmamasse am Rande.

Ich suchte nun über die Herkunft der erwähnten ganz oder theilweise tingirten Gebilde ins Klare zu kommen.

Die sub *a*) beschriebenen runden Gebilde entsprechen den im Blute sich befindenden schon von Andern beobachteten freien Kernen, welche den Farbstoff sofort in sich aufnahmen. Man sieht diese Kerne sogleich nach Anfertigung des Präparates intensiv tingirt, während die Kerne, welche aus den erst durch die Wirkung des Reagens veränderten Blutkörperchen herrühren sich nur allmälig tingiren.

Für in solcher Art entstandene Gebilde halte ich die sub *a*) beschriebenen grösseren ovalen Körper. Sie dürften durch starkes Aufquellen der Kerne im Innern entfärbter rother Blutkörperchen entstanden sein, was durch die weiteren Veränderungen, welche an den sub *b*) beschriebenen Körperchen zu beobachten waren, eine Bestätigung erfährt. Während nämlich hier beim Liegen des Präparates der Kern sich stärker tingirte und aufquoll, wurde der ihn umgebende helle Saum, der Rest der Blutkörperchensubstanz immer kleiner und kleiner, bis zuletzt nichts mehr von ihm zu sehen war.

Die Entstehung der sub *d*) angeführten Formen aus farblosen Blutkörperchen war leicht zu constatiren.

Was aber die grossen, körnigen Kugeln (*c*) betrifft, so stimmen dieselben der Grösse und der Form nach vollkommen mit der von Kneuttinger[1] angeführten besonderen Form der farblosen Blutkörperchen der Amphibien überein.

Ein Blutpräparat vom Menschen mit derselben 1 % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung angefertigt, zeigte sehr schön die Stern- und Stechapfelform der rothen Blutkörperchen. Einige waren aber rund und erschienen grösser als die gezackten. Die farblosen Blutkörperchen erschienen wenig verändert. Einmal zählte ich auf 40—50 unveränderte, farblose Blutkörperchen, eines mit tingirtem Kerne. Nach längerem Liegen der Präparate zeigte aber eine grössere Anzahl roth tingirte Kerne.

Wir sehen also, dass in einigen sowohl farblosen als rothen Blutkörperchen des Triton sofort nach Anfertigung eines Präparates die Kerne sich tingiren, während die Mehrzahl sich wenig verändert und keine Tinction der Kerne zeigt; dass auch beim Menschenblut einige der farblosen Körperchen sogleich mit tingirten Kernen erscheinen, während die meisten ebenfalls vom Farbstoff nichts in sich aufnehmen, wenigstens eine längere Zeit hindurch.

Nachdem ich nun beschrieben habe, was man gleich nach der Anfertigung eines Blutpräparates über die Wirkung der 1 % Salz enthaltenden Carminlösung wahrnehmen kann, will ich dazu übergehen, die Wirkung von Entladungsschlägen der Leydner Flasche auf solche Präparate zu beschreiben. Ich applicirte dieselben in der bekannten Weise[2].

Die rothen Blutkörperchen vom Triton werden nach einigen Schlägen, im Falle sie geschrumpft oder faltig oder fleckig waren, wieder vollkommen glatt. Die Körperchen erscheinen dann vollkommen homogen, runden sich ab und fangen an, ihren Farbstoff abzugeben. Die Kerne werden dabei auch rund und erscheinen oft körnig. Es treten also dieselben Erscheinungen auf, welche man auch an unverdünntem oder mit Serum verdünntem Frosch-

[1] Kneuttinger, Zur Histologie des Blutes. Würzburg 1865, pag. 10.

[2] Rollett, Über die successiven Veränderungen, welche electrische Schläge an den rothen Blutkörperchen hervorbringen. Diese Berichte Band L, p. 178 u. 179.

blut wahrnehmen kann[1]; aber mit der allmäligen Entfärbung der Blutkörperchen geht hier Hand in Hand die Tinction ihrer Kerne durch Carmin. Es muss nur genug Farbestoff auf eine gewisse Quantität Blut vorhanden sein. Dann sieht man, und es ist das eine sehr schöne Ercheinung, gleichzeitig in einem bestimmten Stadium der Veränderung in den elektrisirten Blutkörperchen die Tinction der Kerne anfangs nur schwach aber unter den Augen des Beobachters immer stärker und stärker hervortreten, bis endlich alle Kerne schön roth gefärbt erscheinen.

Sehr oft hat man den Eindruck, dass die Tinction des Kernes von einem bestimmten Fleck ausgeht, der sich zuerst tingirt und manchmal über den Rand des Kernes als kleiner Höcker hervorragt. Man kann oft deutlich sehen, wie sich zuerst dieser Höcker, dann ein Segment, dann der halbe Kern roth färbt, bis zuletzt der ganze Kern schön roth tingirt hervortritt. Diese successive oder theilweise Färbung ist am besten an solchen Stellen des Präparates wahrzunehmen, wo weniger Carmin sich befindet, an Stellen, wo die Blutkörperchen dichter aneinander liegen. Sind in diesem Falle die Blutkörperchen durch das Elektrisiren schon vollständig entfärbt, so sieht man öfters den Kern ganz schwach tingirt, während ein bestimmter Fleck intensiv roth gefärbt erscheint.

Mit der Tinction ist zugleich ein Aufquellen der Kerne verbunden. Wenn man zu dem Präparate von Zeit zu Zeit neuerdings tropfenweise die 1 % ClNa enthaltende Carmin-Ammoniaklösung zusetzt, sieht man die Kerne grösser und grösser werden, während der helle Saum der entfärbten Blutkörperchen-Substanz allmälig kleiner wird. Auf der Oberfläche der aufgequollenen und tingirten Kerne bemerkt man dann öfters stärker tingirte Flecke von unregelmässiger Form, oder man sieht die Contouren der Kerne an einzelnen Stellen schärfer, an anderen weniger scharf hervortreten. Bringt man das Körperchen in eine wälzende Bewegung, so überzeugt man sich leicht, dass das, was von der Fläche gesehen, als intensiv tingirter Fleck erscheint, im Profil dem stark gezeichneten Contour entspricht. Manchmal sieht man anstatt der einfachen Flecken ganz deut-

[1] L. c p. 185.

lich Schüppchen, deren Ränder von der Oberfläche des Kernes zuweilen ein wenig abgehoben erscheinen.

Während die meisten Kerne die erwähnten Flecken oder die stark gezeichneten unterbrochenen Contouren zeigen, sieht man bei anderen die Oberfläche wulstig.

Endlich findet man im Präparate einige Körperchen, bei denen die roth gefärbten Schüppchen auf der Oberfläche des den Kern umgebenden hellen Saumes zu sehen sind.

Nicht allein die Behandlung der Blutkörperchen mit Entladungsschlägen, sondern auch die Veränderung, welche dieselben durch das Frieren und Wiederaufthauen erleiden, führen zu rascher Tinction der Kerne durch Carmin-Ammoniak. Man braucht aber, wie ich mich überzeugte, die Blutkörperchen nicht so rasch, wie es durch die beiden erwähnten Einflüsse geschieht, zu zersetzen; wenn man dieselben der langsamen Zersetzung in der erwähnten Carminlösung unterwirft, erhält man ganz ähnliche Bilder. So, wenn man Tritonenblut mit einem Ueberschuss der 1 % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung mischt und längere Zeit im bedeckten Glase stehen lässt. Man beobachtet dabei, dass nach und nach alle Kerne der Blutkörperchen sich tingiren und aufquellen, so dass zuletzt (nach ein paar Tagen) nur aufgequollene, homogene, tingirte, kugelige oder ovale Körper zu sehen sind, die alle einen oder mehrere stärker tingirte Flecken haben, oder die erwähnten Schüppchen zeigen. Ist der Saum des Restes der Blutkörperchensubstanz noch vorhanden, so sieht man auch hier manchmal auf seiner Oberfläche die roth tingirten Schüppchen.

Endlich kommt es hier auch vor, dass man diese Schüppchen losgetrennt von den Körperchen in der umgebenden Flüssigkeit zu sehen bekommt.

Auch Froschblut ergibt, wenn auch nicht so schön und deutlich, wie das Tritonenblut, bei den vorerwähnten Versuchen die nämlichen Erscheinungen.

Es ist sehr schwer, über die Entstehung der beschriebenen Schüppchen, welche das einemal mit dem Kern verbunden, das anderemal davon losgelöst auftreten, sich eine Vorstellung zu bilden.

Hämatoxylinlösung, welche ich wegen ihres bekannten Verhaltens zu allen kernartigen Gebilden in Anwendung zu ziehen

suchte, färbte die Kerne der Körperchen tief blau, ohne die letzteren selbst in Bezug auf Form und Farbe wesentlich zu verändern. Ich sah bald, dass damit nichts zu erfahren war. Es muss dahingestellt bleiben, ob vielleicht ähnliche Vorgänge, wie ich sie bei Anwendung des Rosanilins beobachtete, wenn Bilder wie das in Fig. 9 dargestellte entstehen, auch zur Bildung der vorerwähnten Schüppchen führen.

Ich gelange nun zu den früher angezeigten Versuchen, in welchen auf die durch CO_2 veränderten Blutkörperchen des gewässerten Blutes Carmin als Tinctionsmittel wirken sollte. Ich bediente mich dazu des im physiologischen Institute aufgestellten Gaswechslers [1].

Bringt man ein mit der salzfreien Carmin-Ammoniaklösung angefertigtes Blutpräparat vom Triton in die Gaskammer und lässt darauf Kohlensäure einwirken, so sieht man Folgendes:

Es entsteht im Präparat zwischen den Blutkörperchen sogleich ein rothgefärbter, feinkörniger Niederschlag. Die in Form von blassrosa gefärbten Kugeln erscheinenden aufgequollenen Kerne, die früher kaum wahrzunehmen waren, werden auf einmal deutlich sichtbar, indem sie sich zusammenziehen und gesättigter tingirt erscheinen; sie nehmen aber dabei eine unregelmässige Gestalt an und haben einen dicken, etwas stärker gefärbten Contour, der eigentlich wie eine besondere Schicht aussieht. (Fig. 22.) Ferner kann man vollkommen entfärbte helle kernlose Reste von Blutkörperchen sehen, welche homogen und glatt erscheinen, oder aber in ihrem Innern einen feinkörnigen Niederschlag zeigen; daneben die roth tingirten ausgetretenen Kerne, umgeben von einer ebenfalls roth tingirten Schicht, die entweder als wulstige Masse erscheint (Fig. 23), oder aber fadenförmige Ausläufer zeigt, und auf diese Weise oft sternförmig wird. (Fig. 24.) Dann sieht man auch entfärbte Blutkörperchen, an denen die roth tingirten Kerne noch nicht vollständig ausgetreten sind. (Fig. 25.) Man bemerkt dabei die den Kern umgebende Schicht sowohl ausserhalb als auch innerhalb des Körperchens, nur ist der ausgetretene Theil voluminöser als der noch im Körperchen steckende. Einzelne Blutkörperchen, welche durch die Carmin-

[1] Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz, 1. Heft, Leipzig 1870, p. 20 u. ff.

lösung weniger verändert wurden, zeigen den Kern auf der Oberfläche mit einer netzförmigen oder aus Balken zusammengesetzten Zeichnung versehen. Ausser den oben erwähnten Formen kommen auch solche vor, welche von einem körnigen Niederschlage ganz erfüllt sind und zuweilen in ihrem Innern einen glatten, kleinen, runden, schwach tingirten Kern erkennen lassen.

Auf Zutritt von Luft löst sich der durch die Kohlensäure entstandene körnige Niederschlag wieder auf, die grossen, roth tingirten Körper werden wieder blässer und dehnen sich zu den grossen, blassen, kugelförmigen Körpern aus. An den oben erwähnten durch die Carminlösung weniger veränderten Blutkörperchen verschwindet das Kohlensäure-Bild ebenso, wie man es an dem gewässerten Blut beobachtet.

Bringt man ein Blutpräparat vom Triton, welches man mit der $^1/_6$ % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung angefertigt, in die Gaskammer, so lassen sich die folgenden Bilder beobachten:

Man sieht aus den Blutkörperchen auf die Wirkung der Kohlensäure eine wulstige, aufgequollene Masse heraustreten, welche den Kern in sich schliesst und die sich sogleich roth tingirt. (Fig. 26.) Zuweilen sieht man den Kern noch zum Theile im Körperchen stecken, wobei er dann an diesem Theile die früher erwähnte Zeichnung darbietet, während der ausgetretene Theil umgeben von der beschriebenen, wulstigen Masse erscheint. (Fig. 27, *a*, *b*.) In den entfärbten Resten der Blutkörperchen entsteht auch öfters derselbe körnige Niederschlag, der zwischen den Körperchen zu sehen ist.

Wird jetzt Luft durchgeleitet, so kann man an den aus den Blutkörperchen hervorgequollenen Massen deutlich in der Mitte die Kerne unterscheiden, umgeben von einem helleren, rosagefärbten Saum.

Fig. 27 (*a*, *b*) stellt zwei Blutkörperchen vor, wie man sie auf Kohlensäure-Wirkung sehen kann. Dieselben Körperchen nach Einwirkung von Luft sind in Fig. 28 (*a'*, *b'*) dargestellt.

Lässt man von neuem Kohlensäure durch, so sieht man, wie die roth tingirte Substanz um den Kern herum sich ein wenig zusammenzieht.

Um die beschriebenen Bilder mit der $^1/_6$ % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung schön zu erhalten, muss man ein Minimum Blut bei der Anfertigung der Präparate nehmen. Die Blutkörperchen müssen einzeln weit von einander liegen. Diese Bemerkung gilt nicht nur für diese Bilder, die ich mit der $^1/_6$ % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung erhielt, sondern auch für die folgenden. Ich habe bei meinen Versuchen mit ein und derselben Lösung mehrmals verschiedene Resultate erhalten, je nachdem ich mehr oder weniger Blut nahm, je nachdem das Blut defibrinirt war oder nicht. Sogar der Umstand, ob der Triton frisch oder bereits durch eine Reihe von Blutverlusten anämisch geworden, übte, wie es mir schien, einen Einfluss auf die Entstehung der Bilder. Es ist das vollkommen begreiflich, wenn man in Erwägung zieht, dass die Entstehung des einen oder des andern Bildes von dem Salzgehalt der Lösungen abhängig ist.

Bringt man ein mit der $^1/_4$ % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung angefertigtes Präparat in die Gaskammer und lässt Kohlensäure darauf wirken, so kann man wieder eine Reihe bemerkenswerther Bilder erhalten, von welchen ich einige auch eingehender besprechen muss.

Man sieht an einer Stelle der Oberfläche der Blutkörperchen einen reichlichen körnigen Niederschlag entstehen (Fig. 29), der sich sofort roth tingirt und oft wie eine Kappe auf dem Körperchen sitzt. (Fig. 30.) Dieser Niederschlag ist sowohl an noch mit Blutfarbestoff tingirten Körperchen, als auch an entfärbten zu beobachten. Zuweilen entsteht dieser kappenförmige Niederschlag so plötzlich, dass das ganze Körperchen in Bewegung geräth. Das letztere führt dann meist zu Bildern, wie sie die Fig. 31 — 33 zeigen.

Manchmal erscheint der bezeichnete Niederschlag kranzförmig um den Kern herum im Innern des Körperchens und nur theilweise ausgetreten. (Fig. 34.)

Es kommt auch vor, dass der Niederschlag nicht an einer Stelle des Körperchens hervortritt, sondern an mehreren. (Fig. 35.)

Nach und nach, indem man längere Zeit Kohlensäure durchgehen lässt, bildet er sich an allen Körperchen aus.

An den Resten der Blutkörperchen, an welchen sich der kappenförmige Niederschlag ausgebildet hat, bemerkt man häufig eine andere, schwer zu deutende Erscheinung. Man erhält den Eindruck, als ob im Innern derselben eine Höhlung vorhanden wäre. Dieser Eindruck kommt dadurch zu Stande, dass man neben dem äusseren Grenzcontour noch einen inneren sieht, welcher von dem äusseren mehr oder weniger entfernt ist. (Fig. 31—33.) In der Höhlung scheint der Kern zu liegen. Bei einzelnen Bildern reicht dieser innere Contour bis an den kappenförmigen Niederschlag und scheint in ihn überzugehen.

Die Kerne der Blutkörperchen, an denen sich der kappenförmige Niederschlag gebildet hat, erscheinen klein, homogen, schwach roth tingirt.

Auf Zutritt von Luft löst sich der kappenförmige Niederschlag auf, die Kerne quellen auf und tingiren sich stärker. Von dem Doppelcontour ist dann nichts mehr zu sehen, sondern die Blutkörperchensubstanz bildet einen hellen homogenen Saum um die ebenfalls vollkommen homogen erscheinenden Kerne. (Fig. 36.)

Lässt man von Neuem Kohlensäure auf das Präparat einwirken, so erscheint der Niederschlag in der früheren Form nicht wieder, sondern zerstreut zwischen den Körperchen; hauptsächlich um diejenigen Körperchen in reichlicher Menge, bei denen er zuvor kappenförmig zu sehen war. Nach und nach und durch mehrmaligen Wechsel von Luft und Kohlensäure zerstreut er sich aber im ganzen Präparat. An den aufgequollenen und roth tingirten Kernen ist keine Veränderung bei Wechsel von Luft und Kohlensäure zu beobachten; sie erscheinen in beiden Fällen vollkommen homogen.

Bei mehrmaligem Wechsel von Kohlensäure und Luft sieht man successive immer andere Körperchen den beschriebenen Veränderungen verfallen und das scheint abhängig zu sein von der allmälig fortschreitenden Veränderung der Blutkörperchen durch die Carminlösung, die hier so wie die Wässerung bei früheren Versuchen die Blutkörperchen erst geeignet macht, die Veränderungen auf die Kohlensäure einzugehen.

Bei Anwendung der Lösung von Carmin-Ammoniak mit $^1/_3$ % ClNa Gehalt bildet sich auf Kohlensäure der erwähnte

Niederschlag auch, nur langsamer, entweder kappenförmig oder an mehreren Stellen der Peripherie in Form kleiner Büschelchen. Auch hier verändern sich nach und nach alle Blutkörperchen in derselben Weise, wenn man nur hinlängliche Zeit Kohlensäure durchleitet. Die Blutkörperchen, die sich allmälig entfärben, erscheinen dann mit 1—4 solcher Büschelchen besetzt, die sich auf Zutritt von Luft auflösen. Die Kerne quellen auf und erscheinen roth tingirt und homogen.

Mit der $^1/_3$ % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung erhielt ich auch an menschlichen Blutkörperchen den kappenförmigen Niederschlag (Fig. 37), der sich auf Luft löste und dann bei neuem Zutritt von Kohlensäure als körniger, roth tingirter, zerstreuter Niederschlag erschien.

Mit Carmin-Ammoniaklösungen, die einen noch höheren Procentgehalt ClNa enthalten, liessen sich die oben beschriebenen Bilder nicht regelmässig erzeugen, obwohl es manchmal vorkommt, dass man ein oder das andere solche Bild erhält.

Ich beobachtete aber mehrere Male, sowohl mit der $^1/_2$ %, als auch mit der 1 % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung an den Blutkörperchen des Triton, wie sich, unter Wirkung der Kohlensäure, ein oder das andere Körperchen aufblähte, dann aber plötzlich wieder zusammenzufallen schien und an einer Stelle einen grossen, kugeligen Haufen eines körnigen, roth tingirten Niederschlages ausschied, an dem der entfärbte Rest des Blutkörperchens mit dem roth tingirten Kern haftete. (Fig. 38.)

Dieselben oben beschriebenen Bilder kann man an den Blutkörperchen des Triton und des Menschen auch mit Essigsäure und den entsprechenden salzhaltigen Carmin - Ammoniaklösungen sehr schön erzeugen.

An Menschenblutkörperchen erhält man mit Essigsäure die kappenförmigen, kranzförmigen u. s. w. Niederschläge am schönsten, wenn man das Präparat mit der $^1/_3$ % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung anfertigt und darauf die Essigsäure durch Diffusion einwirken lässt. (Fig. 39.)

Ich versuchte endlich auch die Wirkung der Kohlensäure auf die mit Anilinblau behandelten Blutkörperchen und will beschreiben, was ich dabei sah. Ich erinnere zu dem Ende vorerst

an das, was ich früher über die Wirkung jenes Tinctionsmittels angeführt habe.

Bringt man ein mit der salzfreien Anilinblaulösung (0.25 Grm. auf 100 Cub. Cm.) angefertigtes Blutpräparat vom Triton möglichst schnell in der Gaskammer mit Kohlensäure in Berührung, so kann man den Austritt der Kerne und der dieselben umgebenden Substanz sistiren, die letztere zieht sich dabei zusammen. Man erhält bei solchen Versuchen folgende Bilder:

a) An einigen noch erhaltenen Blutkörperchen sieht man allein die Wirkung der Kohlensäure hervortreten.

b) An anderen sieht man eine kleine Masse einer aus dem Körperchen ausgetretenen, aber mit dem Kerne noch zusammenhängenden blau gefärbten Substanz, während der Kern die sonstigen Veränderungen auf Kohlensäure zeigt. (Fig. 40.)

c) Findet man an der Peripherie des Blutkörperchens diese blau tingirte, gewulstete Masse in grösserer Quantität; der Kern ist dann glatt und gewöhnlich auch blau tingirt. (Fig. 41.)

Zwischen *b*) und *c*) gibt es zahlreiche Uebergänge.

d) Blutkörperchen, an deren Oberfläche eine grosse Masse der wulstigen, blau tingirten Substanz zu sehen ist, in deren Innerm die Contouren eines runden Kernes wahrzunehmen sind. (Fig. 42.) In dem farblosen Rest des Blutkörperchens sieht man zuweilen einen körnigen Niederschlag.

Endlich erscheint auch zwischen den Blutkörperchen ein körniger, blau tingirter Niederschlag.

Auf Zutritt von Luft schwinden die Kohlensäurebilder an den Kernen; der Niederschlag löst sich auf; die blau tingirte wulstige Substanz quillt wieder ein wenig auf und erscheint weniger intensiv gefärbt, so dass der in ihr liegende Kern jetzt deutlicher zu sehen ist.

Nach mehrmaligem Wechsel von Luft und Kohlensäure ist an allen Blutkörperchen der Kern mit der ihn umgebenden Substanz entweder ausgetreten, oder im Fall er noch im Körperchen liegt, erscheint er glatt und blau tingirt, mit oder ohne eine Schichte der blau gefärbten Substanz.

Mit der $^1/_6$ % ClNa enthaltenden Anilinblaulösung lassen sich auf Kohlensäure sehr schön an den Blutkörperchen des Triton

ganz ähnliche Bilder erzeugen, wie wir sie früher mittelst der Carminlösung dargestellt haben.

Man bekommt aber daneben auch noch immer die eben erst beschriebenen Bilder, nämlich vollständig entfärbte Reste von Blutkörperchen, denen eine gewulstete, blau tingirte Masse mit einem Kern im Innern anhaftet. Am häufigsten kommen aber hier die andern Bilder vor.

An einer oder an mehreren Stellen der Peripherie des Blutkörperchens bildet sich ein sich blau tingirender, körniger Niederschlag aus, der sich allmälig vergrössert. (Fig. 43.) Tritt er an mehreren Stellen hervor, so sieht das runde Blutkörperchen wie mit kleinen Büschelchen besetzt aus. (Fig. 44.) Tritt er reichlich auf einmal hervor, so sitzt er dem Körperchen kappenförmig auf (Fig. 45); auch kann er wieder kranzförmig (Fig. 46), oder sichelförmig (Fig. 47) u. s. w. erscheinen. Manchmal tritt er auf einmal, von einem Ruck des Kernes begleitet, aus dem Blutkörperchen hervor, eine körnige, blau tingirte, grosse Kugel bildend, neben welcher der entfärbte Rest des Körperchens den auch blau gefärbten Kern enthaltend zu sehen ist.

Man erhält auch Bilder, wo einige der erwähnten Formen des Niederschlages zusammen an einem Körperchen vorkommen. (Fig. 47.)

Hat sich der Niederschlag an einem Körperchen reichlich gebildet, so erscheint der Kern homogen, rund, schwach blau tingirt.

Auf Zutritt von Luft lösen sich die Niederschläge auf; die Kerne tingiren sich intensiver und quellen bedeutend auf, fast den ganzen Raum des Blutkörperchens einnehmend. (Fig. 48.)

Mit Anilinblaulösungen, die einen höheren Procentgehalt ClNa enthalten, liessen sich die soeben beschriebenen Niederschläge auf Kohlensäure nur ausnahmsweise entwickeln.

An den Blutkörperchen des Menschen erhält man aber mit der $^1/_2$ % ClNa enthaltenden Anilinblaulösung durch Kohlensäure sehr schön den kappenförmigen Niederschlag, überhaupt Bilder, die denen entsprechen, die man am Tritonenblut mit der $^1/_6$ % ClNa enthaltenden Anilinblaulösung erhält. (Fig. 49.)

Auf Zutritt von Luft löst sich auch hier der durch Kohlensäure entstandene Niederschlag auf und erscheint dann auf

Kohlensäure nicht wieder kappenförmig, sondern zerstreut; die noch erhaltenen Blutkörperchen erscheinen auf Luftzutritt sternförmig oder zackig, während sie sich auf Kohlensäure ausglätten, bedeutend erweitern und in der Mitte eine helle Stelle zeigen. Diese letztere Erscheinung beobachtet man an den Blutkörperchen des Menschen auch mit der 1 % ClNa enthaltenden Anilinblaulösung; den kappenförmigen Niederschlag kann man aber mit dieser Lösung nicht erzeugen.

Die beschriebenen Bilder kann man auch mit den entsprechenden Anilinblaulösungen durch Essigsäure erzeugen.

So ist z. B. das in Fig. 50 dargestellte Bild auf Essigsäure an einem mit der $^1/_6$ % ClNa enthaltenden Anilinblaulösung angefertigten Blutpräparat vom Triton erhalten worden.

Das Bild Fig. 51 ist mit Essigsäure an einem mit der $^1/_4$ % ClNa enthaltenden Anilinblaulösung angefertigten Blutpräparat erhalten worden.

Ich habe nun die Thatsachen mitgetheilt, welche ich mit den angeführten Mitteln an den Blutkörperchen feststellen konnte, und glaube damit Vorgänge und Bilder an den Blutkörperchen, welche, nachdem man einmal auf dieselben aufmerksam geworden war, das Interesse der Histologen in Anspruch nehmen mussten, näher beleuchtet zu haben. Handelt es sich doch dabei um mikroskopische Bilder, welche, wenn sie vereinzelt in Betracht gezogen würden, leicht zu den weitgehendsten Schlüssen über den Bau der Blutkörperchen verlocken und ungerechtfertigten Annahmen ein grosses Feld eröffnen könnten. Betrachtet man sie dagegen im Zusammenhange, so ergibt sich, wie schwierig die Deutung derselben auch ist, doch wenigstens einige Übereinstimmung in ihrer grossen Mannigfaltigkeit. Der Nutzen, welchen die Kenntniss derselben für die Einsicht in den complicirten Bau der Blutkörperchen gewährt, muss heute mehr noch von seiner negativen als von seiner positiven Seite geschätzt werden. Wir dürfen auf einzelne Bilder, welche wir mittelst Reagentien unter dem Mikroskope darstellen können, nirgend mit grösserem Zagen, mit weniger Vertrauen histologische Lehren gründen, als gerade bei den rothen Blutkörperchen. Und immer und immer wieder muss man bei den Reflexionen über unseren Gegenstand

einige Beruhigung auch in der Überzeugung finden, dass der Werth, welchen histologische Beobachtungen für die Erkenntniss mikroskopischer Dinge besitzen, nicht sofort immer ermessen werden kann.

Nachdem ich das vorausgeschickt, will ich eine Deutung meiner Bilder hier versuchen.

Vor allem treten zwei Substanzen, die sich wohl unterscheiden lassen, immer hervor.

Die eine, welche im Texte als Rest des Blutkörperchens bezeichnet wurde, erscheint glatt, weich, dehnbar, häufig an Tropfen gemahnend durch ihre runde Form, durch Beibehaltung derselben nach dem Austritt von Einschlüssen, die früher in derselben sich befanden.

Alle diese Eigenschaften zusammen sind wohl der Grund, warum wir sie als Rest des Blutkörperchens ansehen. Sie trägt die Eigenschaften, wenn nicht ganz, so doch theilweise und hauptsächlich an sich, welche in Bezug auf Aggregatzustand dem Stroma der ursprünglichen Blutkörperchen zugeschrieben werden.

Nur unter ganz bestimmten Umständen treten Körnchen in derselben auf, nämlich in dem Fall, wo ein Niederschlag in ihr sich ablagert, dessen Entstehung aber gerade auf eine weitere Veränderung derjenigen Substanz zurückweist, die wir von der nun besprochenen zu unterscheiden haben.

Jene zweite Substanz verdankt die Form und den Zustand, in welchem sie der Gegenstand mikroskopischer Beobachtung wird, einer Fällung oder Quellung, oder beiden Vorgängen zugleich.

In welchen Beziehungen die beiden sich sondernden Substanzen vor der Fällung und dem Quellen der einen Substanz zu einander stehen, ist vorläufig nicht zu ermitteln.

Wir müssen nur die Thatsache als für die Kenntniss der Blutkörperchen wichtig festhalten, dass eine solche Sonderung in zwei Substanzen nach manigfachen und verschiedenen äusseren Einflüssen auftritt. Besonderes Gewicht lege ich in dieser Beziehung darauf, dass es mir gelang, bei den kernlosen Blutkörperchen des Menschen, wenn auch nicht immer, so doch in vielen Fällen, die Analoga der an den kernhaltigen Blutkörperchen der Amphibien unter denselben Umständen beobachteten Bilder zu erhalten.

Es ist damit ein neuer Beleg für die Übereinstimmung im Bau der Blutkörperchensubstanz aller rothe Blutkörperchen besitzenden Thiere gewonnen.

Die erwähnte zweite Substanz ist es, welche bei den Tinctionsversuchen die angewendeten Pigmente in sich aufnimmt. Während sie sich im Innern des Blutkörperchens von der ersteren Substanz in sichtbarer Weise sondert, oder aber aus der letzteren heraustritt, gibt sie zu den mannigfachsten mikroskopischen Formbildungen Veranlassung.

Den ersten Anstoss zur Abscheidung dieser tinctionsfähigen Substanz von den übrigen Theilen der Blutkörperchen scheint immer die Wasserwirkung zu geben. Ist sie einmal frei geworden, dann erscheint sie nicht immer mit denselben Eigenschaften. Wir müssen ihr unter Umständen einen gewissen Grad von Klebrigkeit zuschreiben in dem Falle, wo sie an dem Objectträger haftet oder eine mit strahlenförmigen Fortsätzen versehene Form annimmt, ein Zustand derselben, welcher in der Mitte zu liegen scheint zwischen zwei anderen Zuständen der tinctionsfähigen Substanz der Blutkörperchen. In dem einen dieser beiden Zustände sehen wir sie stark gequollene und nur von zarten Contouren eingefasste, schwach lichtbrechende rundliche Massen bilden, während sie in dem andern Zustande geschrumpft und schärfer begrenzt oder körnig erscheint.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Mit Anilinblaulösung (von 0,25 Grm. in 100 Cub. Cm.) behandeltes Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 2 u. 3. Mit derselben Lösung und darauf mit Essigsäure behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 4. Mit sehr verdünnter Lösung von Rosanilin behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 5. Mit concentrirterer Lösung von Rosanilin behandeltes Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 6. Dasselbe weiter verändert.

Fig. 7, 8, 9, 10 u. 11. Mit concentrirter Lösung von Rosanilin behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 12. Mit concentrirter Lösung von Rosanilin behandelte Blutkörperchen vom Menschen.

Fig. 13, 14, 15, 16 u. 17. Mit concentrirter Gerbsäure-Lösung behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 18 u. 19. Mit verdünnterer Gerbsäure behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 20. Blutkörperchen vom Menschen mit concentrirter Gerbsäure-Lösung behandelt.

Fig. 21. Dasselbe, mit verdünnter Gerbsäure-Lösung.

Fig. 22, 23, 24 u. 25. Mit salzfreier Lösung von Carmin-Ammoniak und Kohlensäure behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig, 26 u. 27. Mit $\frac{1}{6}$ % ClNa enthaltender Carminlösung und Kohlensäure behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 28. Die in Fig. 27 dargestellten Blutkörperchen nach Verdrängung der Kohlensäure durch Luft.

Fig. 29, 30, 31, 32, 33, 34 u. 35. Mit $\frac{1}{4}$ % ClNa enthaltender Carmin-Ammoniaklösung und Kohlensäure behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 36. Dasselbe, nach Verdrängung der Kohlensäure durch Luft.

Fig. 37. Mit der $^1/_3$ % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung und Kohlensäure behandelte Blutkörperchen vom Menschen.

Fig. 38. Mit $^1/_2$ % ClNa enthaltender Carmin-Ammoniaklösung und Kohlensäure behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 39. Mit $^1/_3$ % ClNa enthaltender Carmin-Ammoniaklösung und Essigsäure behandelte Blutkörperchen vom Menschen.

Fig. 40, 41 u. 42. Mit salzfreier Anilinblaulösung und Kohlensäure behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 43, 44, 45, 46 u. 47. Mit $^1/_6$ % ClNa enthaltender Anilinblaulösung und Kohlensäure behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 48. Dasselbe, nach Verdrängung der Kohlensäure durch Luft.

Fig. 49. Mit $^1/_2$ % ClNa enthaltender Anilinblaulösung und Kohlensäure behandelte Blutkörperchen vom Menschen.

Fig. 50. Mit $^1/_6$ % ClNa enthaltender Anilinblaulösung und Essigsäure behandeltes Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 51. Mit $^1/_4$ % ClNa enthaltender Anilinblaulösung und Essigsäure behandeltes Blutkörperchen vom Triton.

Lapt

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

10.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

XXVIII. SITZUNG VOM 4. DECEMBER 1873.

Der Präsident theilt mit, dass Se. Majestät der Kaiser die Deputation der Akademie zur Beglückwünschung aus Anlass von Allerhöchstdessen 25jähriger Regierungs-Jubelfeier am 1. December zu empfangen, die Adresse huldvoll entgegenzunehmen und die Akademie Allerhöchstseines fortgesetzten Schutzes zu versichern geruht haben.

Herr Dr. A. Dohrn in Neapel dankt, mit Schreiben vom 26. November, für die Betheilung der von ihm gegründeten „Zoologischen Station" daselbst mit den Sitzungsberichten der Classe.

Herr Prof. Dr. E. Mach in Prag übersendet einen zweiten Nachtrag zu seiner Abhandlung über den Gleichgewichtssinn.

Derselbe übermittelt ferner eine für den Anzeiger bestimmte vorläufige Notiz: „Über die Schallgeschwindigkeit in Gasgemengen," vom Herrn Dr. V. Dvořák.

Herr Anton Krichenbauer, k. k. Gymnasial-Director in Znaim, übersendet ein handschriftliches Werk, betitelt: „Homer als eine Quelle für Kosmologie. Ein Beitrag zur Untersuchung sowohl über das Werden und das Alter der homerischen Gesänge als auch über die kosmischen Verhältnisse in der Natur jener Zeit."

Herr Aug. Prinz zu Vilimov in Böhmen übermittelt eine Abhandlung unter dem Titel: „Die Rechnung des Grossen und Kleinen mittelst der Primtafeln" nebst einer „Parallele der Primrechnung zu den Logarithmen".

Herr Prof. Dr. V. v. Lang legt eine Abhandlung des Herrn Dr. Fr. Exner, d. Z. in Strassburg, vor, betitelt: „Bestimmung der Temperatur, bei welcher das Wasser ein Maximum seiner Dichtigkeit hat".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academy of Natural Sciences of Philadelphia: Proceedings. 1872, Parts I—III. Philadelphia; 8°.

Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna: Memorie. Serie III. Tomo II, Fasc. 2—4; Tomo III, Fasc. 1—2. Bologna, 1872 & 1873; 4°. — Rendiconto. Anno accademico 1872—73. Bologna, 1873; 8°.

American Association for the Advancement of Science: Proceedings. XXth Meeting, held at Indianopolis, Indiana, August 1871. Cambridge, 1872; 8°.

Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler, Kopp, Erlenmeyer & Volhard, N. R. Band 93, Heft 1—3. Leipzig & Heidelberg, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr. Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 33—34. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1964—1965. (Bd. 82. 20—21.) Kiel, 1873; 4°.

Atenco Veneto: Atti. Serie II. Vol. IX. 1871—72; Vol. X, punt. 1—3. 1872—73. Venezia, 1873; 8°.

Bibliothèque Universelle & Revue Suisse: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVIIIe. Nr. 190. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

California Academy of Sciences: Proceedings. Vol. IV, Part. 5. 1872. San Francisco, 1873; 8°.

Comitato, R., Geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1873. Nr. 9 & 10. Firenze; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nrs. 18—20. Paris, 1873; 4°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: VIII. Band, Nr. 22—23. Wien, 1873; 4°.

Gesellschaft, Deutsche, für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. 2. Heft. Juli 1873. Yokohama; 4°.

— physikal.-medicin., in Würzburg: Verhandlungen. N. F. V. Band, 2. & 3. Heft. Würzburg, 1873; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 47—48. Wien, 1873; 4°.

Hinrichs, Gustavus, The School Laboratory of Physical Science. Vol. I, Nr. 1; Vol. II, Nr. 1. Iowa-City, Iowa, 1871 & 1872; 8°. — The Elements of Physics. Davenport, Iowa, Leipzig, 1870; 8°. — The Elements of Chemistry and Mineralogy. Davenport, Iowa, Leipzig, 1870; 8°. — The Method of quantitative Induction in Physical Science. Davenport, Iowa, Leipzig, 1872; 8°. — Biographical Sketch of Wilhelm von Haidinger. Davenport, Iowa, 1872; 8°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo II, Serie IV^a^, Disp. 7^a^—8^a^. Venezia, 1872—73; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band VII, 9. & 10. Heft. Leipzig, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 24. Graz, 1873; 4°.

Mittheilungen, Mineralogische, gesammelt von G. Tschermak. Jahrgang 1873, Heft 3. Wien; 4°.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873, Heft XI. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 212—213, Vol. IX. London, 1873; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberti in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VIII, Nr. 6. Torino, 1873; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1873. XXIII. Band, Nr. 3. Wien; 4°. — Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 12—14. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXIII. Band, Jahrg. 1873, December-Heft. Wien; 8°.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 3. Lissabon, 1873; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." IIIe Année, 2e Série, Nrs. 20—22. Paris, 1873; 4°.

Société Nationale des Sciences naturelles de Cherbourg: Mémoires. Tome XVII (2e Série, Tome VII). Paris & Cherbourg, 1873; 8o. — Catalogue de la Bibliothèque de la Société. IIe Partie, 1re Livraison. Cherbourg, 1873; 8o.

— Botanique de France: Bulletin. Tome XXe. 1873. Comptes rendus des séances. 2. Paris, 1873; 8o.

Society, The American Philosophical: Proceedings. Vol. XII, Nrs. 88—89. Philadelphia, 1872; 8o.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 47—48. Wien. 1873; 4o.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 14. Heft. Wien, 1873; 4o.

XXIX. SITZUNG VOM 11. DECEMBER 1873.

Der Secretär theilt mit, dass Herr Professor Schmarda an die Stelle des verstorbenen Professors v. Reuss in die Adria-Commission eingetreten ist.

Derselbe legt ferner folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Zur Lehre vom Lichtsinne. II. Mittheilung: Über simultanen Lichtcontrast", vom Herrn Prof. Dr. Ew. Hering in Prag.

„Zur Geschichte des Arbeitsbegriffes", vom Herrn Prof. Dr. E. Mach in Prag.

„Über die Entstehungsweise der Kundt'schen Staubfiguren", vom Herrn Dr. V. Dvořák in Prag, eingesendet von Herrn Prof. Mach.

„Über die Untersalpetersäure und die Constitution der salpetrigsauren Salze." Vorläufige Notiz, vom Herrn Dr. Rud. Günsberg, Prof. an der k. k. technischen Akademie in Lemberg.

Herr Rud. Hoernes überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Geologischer Bau der Insel Samothrake".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

American Chimist. Vol. IV, Nr. 5. Philadelphia, 1873; 4°.

Baeyer, J. J., Astronomische Bestimmungen für die Europäische Gradmessung aus den Jahren 1857—1866. Leipzig, 1873; 4°.

Bericht, Dritter, der ständigen Commission für die Adria, betreffend die Jahre 1870 (für meteorologische Beobachtungen) und 1870—1872 (für maritime Beobachtungen). Wien, 1873; 4°.

— des k. k. techn. & administrat. Militär-Comité: Siehe Mittheilungen.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 21. Paris, 1873; 4°.

Egleston, Thomas, Catalogue of Minerals, with their Formulae and Crystalline Systems. 2ª Edition. New York, 1871; 8°.

Gesellschaft der Wissenschaften, königl. böhmische: Sitzungsberichte. 1873. Nr. 6. Prag; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 49. Wien, 1873; 4°.

Haeckel, Ernst, Zur Morphologie der Infusorien. Leipzig, 1873; 8°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1873, Nr. 14. Wien; 8°.

Mach, E., Optisch-akustische Versuche. Die spectrale und stroboskopische Untersuchung tönender Körper. Prag, 1873; 8°. — Zur Theorie des Gehörorgans. (Zweiter unveränderter Abdruck aus dem 48. Bande der Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturw. Classe.) Prag, 1872; 8°.

Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1873, 9. & 10. Heft, nebst Bericht über die Thätigkeit und die Leistungen desselben im Jahre 1872. Wien, 1873; 8°.

Nature. Nr. 214. Vol. IX. London, 1873; 4°.

Naval Observatory, The United States: Astronomical and Meteorological Observations made during the Year 1870. Washington 1873; 4°. — Washington Observations for 1870. Appendix III & IV. Washington, 1872; 4°. — Washington Observations for 1871. Appendix II & III. Washington 1872 & 1873; 4°.

Pittei, Costantino, Ricordo del Prof. G. B. Donati. Firenze, 1873; 8°.

Reden, gehalten bei der feierl. Inauguration des für das Schuljahr 1873/4 gewählten Rectors der k. k. technischen Hochschule Dr. Victor Pierre am 10. October 1873. Wien, 1873; 8°.

Report of the Commissioner of Agriculture for the Year 1871. Washington, 1872; 8°.

Report Annual, of the Commissioner of Patents for the Year 1869 (III Vols.), 1870 (II Vols.), 1871 (II Vols.). Washington, 1871—1872; 8°.

Reports, Monthly, of the Department of Agriculture for the Year 1872. Washington, 1873; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." IIIe Année, 2me Série, Nr. 23. Paris, 1873; 4°.

Ross, A. M., The Canadian Ornithologist: A Monthly Record of Information relating to Canadian Ornithology. Vol. I, Nr. 1. Toronto, 1873; 8°.

Smithsonian Institution: Smithsonian Contributions to Knowledge. Vol. XVIII. City of Washington, 1873; 4°.

Société Géologique de France: Bulletin. 2me Série. Tome XXIX, Nr. 8. Paris, 1872; 8°.

Society, The Royal Geographical, of London: Journal. Vol. XLII. 1872. London; 8°. — Proceedings. Vol. XVII, Nrs. 3—5. London, 1873; 8°.

Surgeon General's Office: The Medical and Surgical History of the War of the Rebellion (1861—65). (2 Vols.) Washington, 1870; 4°.

War Department of the United States of North America: Daily Bulletin of Weather-Reports, Signal-Service United States Army, for the Month of September, 1872. Washington, 1873; 4°.

Wechniakoff, Théodore, Troisième section des recherches sur les conditions anthropologiques de la production scientifique et esthétique. Paris, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 49. Wien, 1873; 4°.

Zur Lehre vom Lichtsinne.

Zweite Mittheilung [1].

Über simultanen Lichtcontrast.

Von dem w. M. **Ewald Hering,**
Professor der Physiologie in Prag.

§. 8.

Ein Beispiel für den Contrast zwischen Hell und Dunkel.

Um die Wirkung des simultanen Contrastes in recht schlagender Weise mit einfachen Mitteln sichtbar zu machen, halte man einen schmalen Streifen dunkelgrauen Papiers vor einen tiefdunklen Hintergrund und betrachte fest einen irgendwie markirten Punkt des Streifens.

Schiebt man sodann zwischen den Streifen und den dunklen Hintergrund ein grosses Blatt weissen Papiers, so erscheint der Streifen auf dem nunmehr hellen Grunde viel dunkler als zuvor; entfernt man das weisse Papier wieder, so wird der Streifen sofort wieder heller. Der scheinbare Helligkeitswechsel des grauen Streifens ist hiebei höchst auffällig.

Wenn man fest zu fixiren versteht, so ist die Einmischung des successiven Contrastes bei dem Versuche ausgeschlossen. Kleine Schwankungen des Auges, welche sich durch ein plötzliches Dunkler- oder Hellerwerden der Ränder des grauen Streifens verrathen, beeinträchtigen das Wesentliche des Versuches nicht.

---

[1] In §. 6. S. 16, Zeile 6 v. u., meiner ersten Mittheilung ist zu lesen statt zuvor: nicht.

Den dunklen Untergrund kann man sich durch ein grosses Stück schwarzen Sammtes herstellen; den Streifen schneidet man am besten von schwarz durchgefärbtem, nicht glänzendem Papier. Dasselbe ist im Vergleiche zum Schwarz des Sammtes dunkelgrau zu nennen. Das gewöhnlich als grau bezeichnete Papier ist für diesen Versuch, wie auch für die folgenden, bei weitem nicht so zweckmässig, weil es zu hell ist.

Dass der Wechsel der Pupillenweite nicht die wesentliche Ursache der verschiedenen scheinbaren Helligkeit des Papierstreifens ist, lässt sich zeigen, wenn man das eine Auge schliesst, dicht an das andere einen kleinen Schirm mit einer Öffnung anbringt, die kleiner ist als die Pupille bei hellster Beleuchtung, und dann den Versuch wiederholt. Auch vor beide Augen zugleich kann man je einen solchen Schirm mit kleinem Loche anbringen; doch ist dies ziemlich umständlich.

§. 9.

Die beschriebene Contrastwirkung fordert eine physiologische Erklärung.

Die spiritualistische Theorie erklärt den Helligkeitswechsel des grauen Streifens bekanntlich aus einem falschen Urtheile. Die eigentliche Empfindung, welche durch das Netzhautbild des grauen Streifens erzeugt wird, soll ganz dieselbe sein, wenn der Streifen auf hellem, wie wenn er auf dunklem Grunde erscheint, aber unser Urtheil soll anders ausfallen, wenn wir einen hellen, als wenn wir einen dunklen Grund neben dem Streifen sehen, und dieses Urtheil soll die Vorstellung bestimmen, die wir uns von dem Grau des Streifens machen.

Es kommt vor, dass uns ein und derselbe Mensch gross erscheint, wenn wir ihn neben einem viel kleineren, und ein andermal klein, wenn wir ihn neben einem viel grösseren sehen. Wir sind, wie man sagt, nicht im Stande, die Grösse eines Menschen in der Erinnerung so festzuhalten, dass wir den späteren Eindruck mit dem früheren sicher vergleichen und die Gleichheit der Grösse beider Eindrücke festzustellen vermöchten.

Helmholtz[1] führt dieses Beispiel einer Contrastwirkung als ein Analogon für die Erscheinungen des Lichtcontrastes an. Ein und dasselbe Grau erscheint uns nach dieser Auffassung neben Weiss dunkler, neben Schwarz heller, weil wir den ersten

---

[1] Physiol. Optik. S. 393.

Eindruck nicht genügend festzuhalten und seine Identität mit dem zweiten zu erkennen vermögen.

Diesem unvollkommenen Gedächtnisse aber lässt sich zu Hülfe kommen, wenn man den Wechsel des Grundes, auf welchem der graue Streifen erscheint, recht rasch vollzieht. Einige Augenblicke müsste man nach allen sonstigen Erfahrungen die Erinnerung an den ursprünglichen Eindruck doch festhalten können. Aber der Versuch lehrt das Gegentheil. Hat man den grauen Streifen anfangs auf weissem Grunde gesehen und zieht nun plötzlich das weisse Papier weg, so hellt sich ebenso plötzlich der Streifen auf, und schiebt man das weisse Papier rasch wieder vor, so verdunkelt sich der Streifen ganz plötzlich. Diese raschen Änderungen der Empfindung, dieses An- und Abschwellen der Helligkeit, welches als solches empfunden und nicht erst nachträglich erschlossen wird, spricht sehr gegen obige Erklärung. Gesetzt, man habe neben einen Menschen mittlerer Grösse erst einen sehr kleinen gestellt und lasse nun plötzlich an die Stelle des letzteren einen sehr grossen treten, so müsste man den Menschen von mittlerer Grösse im strengsten Sinne des Wortes urplötzlich zusammenschrumpfen sehen, wenn der oben gebrauchte Vergleich wirklich ganz zutreffend sein sollte.

Die Unzulässigkeit einer Erklärung unseres Versuchs aus der Unmöglichkeit einer sicheren Vergleichung des früheren Eindruckes mit dem späteren wird endlich ganz zweifellos, wenn wir den Versuch so abändern, dass die beiden Phasen desselben nicht nacheinander, sondern nebeneinander erscheinen.

Zu diesem Zwecke schneide man sich aus dem grauen (unvollkommen schwarzen) Papiere zwei lange, etwa 4 Mm. breite Streifen, welche jedoch an beiden Enden noch durch ein queres Stück so zusammenhängen, dass der Abstand beider Streifen etwa 12 Mm. beträgt. Diesen Doppelstreifen lege man auf den tiefschwarzen Grund, befestige ihn an beiden Enden und markire auf dem Grunde einen Punkt, der genau in der Mitte zwischen beiden Streifen liegt. Während man nun diesen Punkt fest fixirt, schiebe man ein weisses Blatt, dessen Rand immer parallel zu den Streifen gehalten wird, an letzteren heran und unter dem einen Streifen hindurch bis dicht an den Fixationspunkt.

Wenn man in der Nähe der beiden Befestigungspunkte je ein Stückchen Pappe unter die Streifen schiebt, oder die Enden der Streifen von vornherein auf Pappstückchen klebt, so liegen die Streifen dem Grunde nicht mehr dicht an, und es lässt sich leicht ein Papier unter dieselben schieben.

In dem Augenblicke, wo das weisse Papier unter dem einen Streifen erscheint, verdunkelt sich dieser plötzlich, und man kann nun seine Helligkeit mit der des anderen nach wie vor auf dunklem Grunde erscheinenden direct vergleichen, immer natürlich ohne Verrückung des Fixationspunktes. Die Differenz in der Helligkeit der beiden Streifen ist hier fast ebenso auffallend, wie der Helligkeitswechsel des einen Streifens beim vorigen Versuche, und eine wesentliche Einwirkung des successiven Contrastes ist bei einiger Übung im Fixiren ebenfalls ausgeschlossen.

Demgemäss wird man jetzt nach einer anderen psychologischen Erklärung greifen und sagen müssen, dass die beiden Streifen verschieden erscheinen, weil die scheinbare Helligkeit jedes Streifens nach der Helligkeit des ihn umgebenden Grundes beurtheilt werde, nicht aber nach der des entfernter liegenden anderen Streifens. Die hieraus resultirenden falschen Vorstellungen seien zu zwingend, als dass die wirkliche Gleichheit beider Streifen zur Wahrnehmung kommen könne, obgleich jetzt eine directe Vergleichung ihrer beiderseitigen Helligkeit möglich ist.

Diese Erklärung setzt voraus, dass die Vergleichung der Helligkeiten zweier Netzhautbilder um so unsicherer wird, je weiter dieselben auf der Netzhaut von einander entfernt sind. Offenbar hat diese Annahme schon einen stark physiologischen Beigeschmack denn sie macht das Vergleichungsvermögen des menschlichen Geistes wenigstens mit abhängig von der relativen Lage des zu Vergleichenden auf der Netzhaut. Dass aber gleichwohl auch diese Erklärung unzulässig ist, lehrt der folgende Paragraph. Der darin beschriebene Versuch fusst auf der Überlegung, dass, wenn die beiden, den grauen Streifen entsprechenden Netzhautstellen trotz der gleichen objectiven Helligkeit der Streifen verschieden erregt sind, sie sich auch in Betreff der Nachwirkung dieser verschiedenen Erregung, d. h. im Nachbilde verschieden verhalten müssen. Sehen wir nun, was dieses Nachbild lehrt.

§. 10.
Vom Nachbilde einer Contrastempfindung.

Man schneide sich zwei 3—4 Cm. lange und $^1/_2$ Cm. breite Streifen von dunkelgrauem (unvollkommen schwarzem) nicht glänzendem Papier und lege dieselben auf einen zur Hälfte weissen, zur anderen Hälfte tiefschwarzen Untergrund derart, dass auf jeder Seite der Grenzlinie ein Streifen und zwar parallel der letztern und mindestens 1 Cm. von ihr entfernt zu liegen kommt.

Dann fixire man einen auf der Grenzlinie und zwischen den Streifen gelegenen markirten Punkt $^1/_2$ bis 1 Minute lang. Man bemerkt hierbei zuerst, dass der eine Streifen viel heller erscheint wie der andere, und dass ferner diese auffallende Helligkeitsdifferenz allmälig wieder abnimmt, eine Erscheinung, die erst später besprochen werden kann. Schliesst und verdeckt man sodann die Augen, so bemerkt man entweder sofort oder doch sehr bald das negative Nachbild. Die im Vorbilde helle Hälfte des Grundes erscheint jetzt als die dunklere, die im Vorbilde dunkle als die hellere, und zu beiden Seiten der Grenzlinie erscheinen die Nachbilder der beiden Streifen.

An den letzteren fällt nun sogleich auf, dass sie eine sehr verschiedene Helligkeit zeigen, trotzdem dass die Streifen des Vorbildes objectiv gleich hell waren. Der früher heller erscheinende Streifen ist im Nachbilde der dunklere und umgekehrt, und zwar ist die Helligkeitsdifferenz der Streifen im Nachbilde im Allgemeinen viel grösser, als sie im Vorbilde erschien.

Die psychologische Erklärung dieser verschiedenen Helligkeit der beiden Streifennachbilder müsste ganz analog derjenigen sein, welche oben von der verschiedenen scheinbaren Helligkeit der Streifen im Vorbilde gegeben wurde. Hienach würde sich die Erscheinung daraus erklären, dass die beiden an sich gleich hellen Streifennachbilder deshalb verschieden erscheinen, weil sie auf ungleichem Grunde liegen, der eine auf der zuvor ermüdeten und deshalb nun dunkler, der andere auf der nicht ermüdeten und deshalb heller empfindenden Netzhauthälfte.

Unverträglich hiermit erscheint zunächst die Thatsache, dass die Helligkeitsdifferenz der beiden Streifen im Nachbilde grösser ist als im Vorbilde. Denn ihre verschiedene Helligkeit soll ja hier wie dort nur resultiren aus der verschiedenen Helligkeit beider Hälften des Grundes; je grösser letztere Verschiedenheit, desto grösser muss nach der psychologischen Erklärung auch die der Nachbilder sein und umgekehrt. Wenn also die Helligkeitsdifferenz der Streifen im Nachbilde grösser ist, als im Vorbilde, so müsste auch die Helligkeitsdifferenz der Grundhälften gleichzeitig immer grösser erscheinen. Letzteres aber ist nicht der Fall. Überhaupt zeigt sich, sobald man nur darauf achtet, dass im Nachbilde die Helligkeits-Differenz der Streifen gar nicht immer gleichzeitig mit der Helligkeitsdifferenz der Grundhälften wächst und abnimmt, sondern man erkennt sofort, dass eine gewisse gegenseitige Unabhängigkeit beider Helligkeitsdifferenzen besteht. Bekanntlich verklingen die negativen Nachbilder allmälig, tauchen wieder auf, verschwinden wieder u. s. f. Diese verschiedenen Phasen laufen aber nicht in allen Theilen eines zusammengesetzten Nachbildes gleichzeitig ab, sondern ein Theil verblasst eher und erscheint zu anderer Zeit wieder als der andere, und zwar erfolgt dies alles nicht regellos, sondern, wie später gezeigt werden wird, nach ganz bestimmten Gesetzen. So verhält es sich nun auch bei unserem Nachbilde, und man erkennt hiebei, dass die Grundvoraussetzung der oben gegebenen psychologischen Erklärung gar nicht erfüllt ist, weil die Zu- und Abnahme der Helligkeitsdifferenz der Streifen im Nachbilde gar nicht derjenigen der Grundhälften parallel geht, sondern bald langsamer oder schneller als diese, bald sogar in entgegengesetzter Richtung verläuft.

Daher lässt sich sogar bei jedem Versuche wiederholt beobachten, dass die Helligkeitsdifferenz der Streifen im Nachbilde eine zeitlang grösser ist als die der Grundhälften, dass also das hellere Streifennachbild noch heller erscheint als die helle Hälfte des Grundes, das dunkle noch dunkler als die dunkle Grundhälfte. Dies lässt sich in keiner Weise als eine Contrasterscheinung im psychologischen Sinne auffassen. Wie paradox eine solche Auffassung wäre, wird

recht anschaulich, wenn man wieder auf das oben erwähnte Beispiel einer Contrastwirkung zurückgreift. Man denke sich zwei ganz gleich grosse Menschen (die beiden angeblich gleichen Erregungszustände oder Empfindungen der Streifen im Nachbilde) und zwar nicht weit von einander stehend; ferner neben dem einen noch einen oder mehrere Riesen (die Helligkeit der helleren Grundhälfte), neben dem anderen noch einen oder mehrere Zwerge (die Dunkelheit der dunkleren Grundhälfte). Unter solchen Umständen wäre es zwar denkbar, dass der zwischen den Riesen stehende mittlere Mensch etwas kleiner erschiene als der gleich grosse bei den Zwergen stehende; undenkbar aber ist es, dass dieser scheinbare Grössenunterschied der beiden gleich grossen mittleren Menschen grösser werden könne, als der wirkliche Grössenunterschied zwischen den Riesen und Zwergen selbst, und dass also der neben den Zwergen stehende mittlere Mensch im Contraste zu diesen noch grösser erscheinen könne als die nicht weit davon befindlichen Riesen, und der neben letzteren stehende mittlere Mensch noch kleiner als die Zwerge. Vom Standpunkte der psychologischen Theorie ist es durchaus gestattet, diese Parallele zwischen Grössencontrasten und Helligkeitscontrasten zu ziehen, denn jene Theorie erklärt ja beide aus demselben psychologischen Gesetze.

Vollends aber wird der psychologischen Erklärung aller Boden durch folgende Thatsache entzogen.

Wenn die Lebhaftigkeit des Nachbildes schon etwas nachgelassen hat, tritt ein- oder mehrmal eine Phase desselben ein, bei welcher die Helligkeitsdifferenz der Grundhälften ganz verschwindet, doch aber die beiden Streifennachbilder ganz deutlich erscheinen, und zwar das eine heller und das andere dunkler als der rechts und links gleichhelle Grund. Hier kann also von Contrastwirkung überhaupt nicht mehr die Rede sein, weil die conditio sine qua non derselben, nämlich die verschiedene Helligkeit des Grundes, gar nicht mehr vorhanden ist.

Dies beweist nun, dass die verschiedene Helligkeit der Streifennachbilder ihren Grund in einem verschiedenen Erregungszustande der entsprechenden Netzhautstellen haben muss, und hieraus folgt wieder, dass diese beiden Netzhautstellen auch

während der Betrachtung des Vorbildes verschieden erregt wurden; denn die verschiedene Nachwirkung fordert hier auch eine verschiedene Vorwirkung, und es wäre durchaus nicht einzusehen, warum die beiden Netzhautstellen, wenn sie durch das Vorbild ganz gleich erregt worden wären, im Nachbilde eine so verschiedene Erregung und zwar in ganz gesetzmässiger Weise zeigen sollten. Somit kommen wir schliesslich zu dem Ergebniss, dass im Vorbilde die objectiv gleichen Streifen deshalb verschieden hell erscheinen, weil die beiden entsprechenden Netzhautstellen[1] sich wirklich in verschiedener Erregung befinden.

Es ist bemerkenswerth, dass bei dem beschriebenen Nachbildversuche die etwaige Ungeübtheit des Beobachters im Fixiren die wesentlichen Erscheinungen beeinträchtigen, nicht aber sie begünstigen oder gar selbst hervorrufen könnte. Gesetzten Falls nämlich, der Blick schwankte bei Betrachtung des Vorbildes erheblich hin und her, so würde die Netzhautstelle, welche nur durch das Licht des grauen Streifens auf weissem Grunde gereizt werden soll, zugleich Licht von den anstossenden Theilen dieses weissen Grundes empfangen und also stärker „ermüdet" werden, als dies bei strenger Fixation der Fall wäre. Umgekehrt würde die Netzhautstelle, welche das Bild des anderen Streifens trägt, weniger ermüdet werden, als bei strenger Fixation. Da nun nach der Ermüdungstheorie stärker ermüdete Netzhautstellen im geschlossenen Auge dunkler erscheinen als minder ermüdete, so müsste das Nachbild des auf hellem Grunde liegenden Streifens als das dunklere erscheinen, während doch das Gegentheil der Fall ist. Dieser Umstand macht den beschriebenen Versuch besonders werthvoll und beweisend, und muss den Anfänger, der etwa das oben Angegebene nicht gleich bestätigen könnte, zu dem Bedenken veranlassen, ob er nicht durch schlechtes Fixiren den Erfolg des Versuches selbst vereitelt hat.

Was den Einwand betrifft, dass derlei Versuche in ihren Resultaten viel zu wechselnd und unsicher seien, um grosse Beweiskraft zu haben, so muss er ganz entschieden zurückgewiesen werden, denn ich habe alle hier beschriebenen Versuche nicht blos selbst angestellt, sondern auch von verschiedenen Laien wiederholen lassen. Der Geübte sieht freilich mehr als der Anfänger, aber die Hauptsachen sieht auch der Anfänger sogleich, wenn er nur einigermassen zu beobachten versteht. Unsicherheit und Zufälligkeit der auf die oben beschriebene Weise erzeugten Nachbilder kann auch nicht zugegeben werden, denn dieselben folgen ganz strengen Gesetzen, und wenn man einmal das Zufällige auszuscheiden gelernt hat, so kann man jeden intelligenten Laien solche Versuche anstellen lassen. Wenn manche

[1] Vergl. meine Anmerkung zu §. 3. S. 9 meiner ersten Mittheilung.

Ophthalmologen behaupten, sie erhielten nie deutliche Nachbilder, so beweist dies nur, dass sie sich solche nie methodisch erzeugt haben. Als es sich noch nicht von selbst verstand, dass jeder Anatom oder Physiologe unter dem Mikroskop zu beobachten verstehen müsse, wurde auch häufig von denen, die selbst nicht mikroskopiren konnten, gegen die Resultate der mikroskopischen Forschungen eingewandt, dieselben seien zu unsicher und durch zu viele Fehlerquellen getrübt, als dass man ihnen Zutrauen schenken dürfe.

Sollte jemand bei dem oben beschriebenen Versuche nicht sogleich alles das sehen, was ich beschrieben habe, so wird er doch sogleich einiges davon sehen und dann sehr bald auch das Übrige, wenn er sich nur die Mühe nimmt, den Versuch öfter, bei verschiedenen Beleuchtungen und mit grauem Papiere von verschiedenen Helligkeiten anzustellen. Den zu diesen Versuchen nöthigen Sinn für Hell und Dunkel hat Jeder, der nicht augenkrank ist. Wo freilich der Farbensinn ins Spiel kommt, trifft man grössere individuelle Verschiedenheiten.

Die oben beschriebenen einfachen Versuche gestatten die mannigfachsten Abänderungen. Ich habe eine Form für dieselben gesucht, in welcher sie jeder mit möglichst einfachen Mitteln sofort anstellen kann. Die Wenigen, welche gegenwärtig der spiritualistischen Theorie des Contrastes nicht beipflichten, werden vielleicht meinen, dass es viele andere Versuche gebe, welche jene Theorien ebenso zwingend widerlegen. Ich muss aber bemerken, dass alle mir bisher bekannt gewordenen Versuche oder vielmehr die Beschreibungen derselben, sich doch, wenn auch oft gezwungener Weise, irgend einer von jenen psychologischen Erklärungen unterwerfen lassen, welche die Spiritualisten so erfinderisch entwickelt haben. Ich lege deshalb Gewicht darauf, die Versuche so eingerichtet zu haben, dass sie die psychologische Erklärung geradezu ad absurdum führen, d. h. dass die Bedingung, von welcher nach der psychologischen Erklärung die Contrastwirkung abhängen soll, in diesem Falle gar nicht gegeben ist, während doch die Wirkung selbst deutlich hervortritt.

§. 11.

Der simultane Contrast beruht darauf, dass die Lichtempfindung einer Netzhautstelle nicht blos von der Beleuchtung der letzteren, sondern auch von der Beleuchtung der übrigen Netzhaut abhängt.

Der vorige Paragraph hat bewiesen, dass die Netzhautstelle, welche vom Lichte des auf weissem Grunde gelegenen Streifens beleuchtet wurde, anders empfand, als die vom gleich hellen Lichte des Streifens auf schwarzem Grunde beleuchtete. Diese Verschiedenheit der Empfindung bei gleichem Reize konnte, wie gezeigt wurde, nur darauf beruhen, dass die Erregung der fraglichen Netzhautstelle nicht blos von ihrer eigenen Beleuchtung, sondern zugleich von der Beleuchtung der umgebenden Netzhaut abhing. Die heutige Physiologie ist gewöhnt, die verschiedene Stärke der Reaction, welche auf gleich starke Reizung eines Organes erfolgen kann, aus einer verschiedenen Erregbarkeit des letzteren zu erklären. Im Anschluss an diese Auffassung könnte man auch sagen, dass die Contrastwirkung darauf beruhe, dass die Erregbarkeit und demnach mittelbar auch die Erregung einer Netzhautstelle eine Function der gleichzeitigen Beleuchtung der übrigen Netzhaut oder wenigstens der Nachbarstellen sei. Hienach würde uns der graue Streifen auf weissem Grunde deshalb dunkler erscheinen, als auf schwarzem Grunde, weil die Erregbarkeit der entsprechenden Netzhautstelle durch gleichzeitige starke Beleuchtung ihrer Umgebung herabgesetzt wird.

Eine eigentliche Erklärung ist damit zwar nicht gegeben, aber die Ursache der Contrastwirkung wird durch diese Auffassung wenigstens auf physiologischen Boden verlegt und mit anderen bekannten Thatsachen der Physiologie in Analogie gebracht.

Dem entsprechend drückte J. K. Becker[1] das Gesetz der Contrastwirkung folgendermassen aus: „Irgend ein Theil der Netzhaut ist für neue Lichteindrücke empfänglicher, wenn die

[1] Poggendorff, Annal. d. Physik. Ergänzungsbd. V. S. 305.

Umgebung nur schwache Lichteindrücke empfängt, als wenn sie stärkere empfangen würde.“ Mach hingegen nimmt nicht eine Hemmung der Erregbarkeit an, sondern eine Hemmung des Abflusses der Erregung ins Sensorium. Er sagt nämlich [1]: „Es ist nicht unwahrscheinlich, dass von der Erregung einer Netzhautstelle desto mehr oder weniger in das Sensorium abfliessen könne, je weniger beziehungsweise mehr die ganze Netzhaut errregt ist“.

„Die Erregungen zweier Stellen versperren sich sozusagen gegenseitig den Abfluss ins Sensorium“.

Das Wesentliche dieser Bemerkungen Becker's und Mach's scheint mir jedoch lediglich darin zu liegen, dass sie nach einer physiologischen Erklärung suchen. Im Übrigen kann ich weder der einen noch der anderen Auffassung ganz beipflichten.

§. 12.

Der simultane Contrast als negative Lichtinduction.

Erinnern wir uns desjenigen, was ich in meiner ersten Mittheilung über die successive Lichtinduction vorgebracht habe, so ergibt sich eine interessante Beziehung zwischen dieser und dem simultanen Contraste.

Auch die Erscheinungen der successiven Lichtinduction lehrten uns, dass die Empfindung einer Netzhautstelle nicht blos von ihrer eigenen Beleuchtung, sondern auch von der Beleuchtung ihrer Nachbarn abhängt. Es verrieth sich das bei der successiven Lichtinduction dadurch, dass eine gar nicht oder nur äusserst schwach beleuchtete Netzhautstelle, deren Umgebung stark beleuchtet wurde, im negativen Nachbilde eine viel stärkere Helligkeit zeigte, als eine solche, deren Nachbarn zuvor nicht beleuchtet wurden. Die Contrasterscheinungen haben uns umgekehrt gelehrt, dass die Helligkeitsempfindung einer schwach beleuchteten Netzhautstelle herabgemindert wird, wenn ihre Umgebung stärker beleuchtet wird.

---

[1] Mach, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. 57. Bd. 1868. S. 11.

Der Herabsetzung der Helligkeitsempfindung oder „Erregung“ während der Betrachtung des Vorbildes entspricht nun die Steigerung der Helligkeitsempfindung oder Erregung im Nachbilde, und die successive Lichtinduction erscheint somit als Gegensatz der simultanen Contrastwirkung, als die in ihr Gegentheil umgeschlagene Wirkung des Simultancontrastes. Umgekehrt könnte man die simultane Contrastwirkung als simultane negative Lichtinduction bezeichnen.

Hienach liegt es auch sehr nahe, einen innigen causalen Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen anzunehmen und die während der Dauer des Contrastes stattfindende Herabminderung der Helligkeitsempfindung (Erregung oder Erregbarkeit) geradezu als die Ursache der nachher eintretenden Steigerung anzusehen.

Durch den von mir früher gegebenen Nachweis, dass die successive Lichtinduction einen physiologischen Grund haben muss, erlangt nun auch die Forderung einer physiologischen Erklärung des simultanen Contrastes noch grössere Berechtigung, denn man könnte aus den Thatsachen der successiven Lichtinduction, wenn man dieselbe als physiologisch begründet ansieht, die Erscheinungen des simultanen Contrastes a priori ableiten.

§. 13.

Die simultane Contrastwirkung nimmt ab mit dem gegenseitigen Abstande der contrastirenden Netzhautstellen.

Die Untersuchung der successiven Lichtinduction lehrte, dass die Helligkeit des inducirten Lichtes abnahm mit der Entfernung von derjenigen Stelle, von welcher aus das Licht inducirt wurde. Bei der Beziehung, welche wir soeben zwischen successiver Lichtinduction und simultanem Contraste gefunden haben, können wir nun schliessen, dass auch die Contrastwirkung oder negative Lichtinduction abnehmen werde mit der Entfernung von derjenigen Netzhautstelle, von welcher aus das

negative Licht oder die Verdunklung inducirt wird. Zum Beweise dafür, dass es sich wirklich so verhält, will ich einen einzigen, leicht zu improvisirenden Versuch anführen; denn der Satz selbst wird weder von den Spiritualisten noch von den Vertretern der physiologischen Hypothese bestritten, und mancherlei Beweise für denselben sind von verschiedenen Seiten bereits beigebracht worden.

Man lege zwei 4 Cm. lange und $^1/_2$ Cm. breite Streifen dunkelgrauen Papiers auf einen tiefdunklen Grund parallel nebeneinander bei einem gegenseitigen Abstande von etwa 1 Cm. In der Mitte und auf mittlerer Höhe zwischen beiden Streifen mache man auf dem Grunde eine Marke. Nachdem man dann seine Augen einige Zeit geschlossen gehalten hat, fixire man diese Marke und schiebe ein grosses weisses Blatt von der Seite bis dicht an den einen Streifen heran. Man wird bemerken, dass dieser Streifen fortan deutlich dunkler erscheint, als der andere. Zur Controle schiebe man dann das weisse Blatt von der anderen Seite her an den anderen Streifen, und sofort wird dieser als der dunklere erscheinen. Ob man gleichzeitig mit der Verdunklung des einen Streifens auch eine Veränderung des andern bemerkt oder nicht, ist hier vorerst gleichgültig; denn der Versuch beweist jedenfalls, besonders wenn man ihn etwas variirt, dass die Contrastwirkung in der Nähe stärker ist, als bei grösserem Abstande.

Wenn man sich übrigens in der Beobachtung kleinerer Helligkeitsunterschiede einigermassen geübt hat oder auch nur auf die Erscheinungen des simultanen Contrastes zu achten anfängt, so findet man allenthalben Bestätigungen des erwähnten Satzes. Man lege z. B. ein kleines weisses Papierschnitzel auf einen tiefschwarzen Grund und fixire, nachdem man seine Netzhäute etwas ruhen gelassen hat, einen Punkt des Schnitzels; dann sieht man ganz deutlich, dass der Grund in unmittelbarer Nähe des Schnitzels deutlich schwärzer erscheint als die übrige Fläche. Dieses tiefere Schwarz erstreckt sich viel weiter als das bei einiger Übung sehr kleine Gebiet, innerhalb dessen das Bild des Schnitzels sich wegen der kleinen Schwankungen der Augen verschiebt, so dass das tiefere Schwarz der Umgebung des Schnitzels sich nicht aus dem successiven Con-

traste erklären lässt. Doch darf man, besonders bei starker Beleuchtung, die Betrachtung nicht zu lange fortsetzen, weil sich dann die Erscheinungen der simultanen positiven Lichtinduction einmischen, welche erst später zu besprechen sein werden.

Der hier nachgewiesene Parallelismus zwischen der simultanen Contrastwirkung und der successiven Lichtinduction lässt sich übrigens noch anderweit nachweisen, doch kann dies erst später erörtert werden.

§. 14.

Schlussbemerkungen.

Es ist von besonderem Interesse, dass wir in der Beobachtung der successiven Lichtinduction ein neues Mittel gefunden haben, um den simultanen Contrast zu untersuchen, wenn auch nur in seinen Nachwirkungen. Diese Nachwirkungen, da sie in gesetzmässiger Beziehung stehen zu ihren Vorwirkungen, nämlich den Contrastwirkungen, lassen uns allerlei Schlüsse auf die letzteren machen. Dies ist besonders deshalb von Wichtigkeit, weil die Nachbilder des geschlossenen Auges eine in vielen Beziehungen reinere, von Nebenumständen weniger beeinflusste Beobachtung gestatten, als die Bilder des offenen Auges. Im Nachbilde eines Papierstreifens z. B. sehe ich nicht das Korn des Papiers, nicht seine kleinen Knickungen oder Biegungen, nicht Staubkörner oder Fasern, mit einem Worte, ich sehe nicht ein Papier, welches sich von seinem Grunde abhebt, sondern nur ein Stück Sehfeld, welches anders leuchtet als seine Umgebung.

Alle die rein mechanisch erfolgenden Associationen, welche durch die oben angeführten Nebenumstände ausgelöst werden, fallen im Nachbilde weg; die Helligkeit und Färbung des Streifens fesselt allein meine Aufmerksamkeit. Ähnlich wie die Nachbilder verhalten sich in dieser Beziehung die rotirenden Scheiben, weil sie viel homogenere Lichtflächen geben, als andere Objecte. Deshalb lassen sich auch, wie bekannt, Beobachtungen über Helligkeitsunterschiede und Contraste an solchen Scheiben viel besser anstellen als mit den oben beschriebenen Methoden. Gleichwohl habe ich es vorgezogen, zunächst

nur solche Versuche vorzuführen, welche jeder ohne besondere Apparate anstellen kann. Wer die Erscheinungen des simultanen Contrastes an rotirenden Scheiben oder Cylindern untersuchen will, findet hiezu in Mach's Abhandlungen „über die Wirkung der räumlichen Vertheilung des Lichtreizes auf die Netzhaut“ [1] die beste Anleitung.

Die von ihm angestellten Versuche, welche sich (stofflich, wenn auch nicht intellectuell) an einen von Helmholtz [2] angegebenen Versuch anschliessen, sind, soviel ich sehe, das Beste und Exacteste, was bisher auf diesem Gebiete geleistet wurde, und ich werde später vielfach darauf zurückzukommen haben. Mach fordert, wie ich schon oben erwähnte, für die von ihm aufgestellten Gesetze der Contrastwirkungen ebenfalls eine physiologische Erklärung, ich glaube aber nicht, dass in dem von Mach beigebrachten interessanten Versuchsmaterial, aus welchem er jene Gesetze abstrahirt, für die Spiritualisten eine zwingende Veranlassung liegen wird, ihre Theorie aufzugeben; denn die Gesetze Mach's sagen im Grunde auch nichts anderes aus, als was die spiritualistische Theorie ebenfalls annimmt, wenn auch nicht auf Grund einer so exacten Untersuchung, nämlich: dass Helles und Dunkles oder Helleres und minder Helles sich gegenseitig heben und zwar umsomehr, je grösser ihr Helligkeitsunterschied ist und je näher sie einander sind. Wenn sich dies, wie die Spiritualisten meinen, sozusagen von selbst versteht, weil es als eine Eigenthümlichkeit des menschlichen Geistes keiner weiteren Erklärung bedarf, oder keiner solchen zugänglich ist, so sind eben auch alle Beobachtungen Mach's damit erklärt, denn sie lassen sich sämmtlich a priori aus obigem Satze ableiten.

Ebensowenig glaube ich, dass die oben beschriebenen Versuche, obwohl ich ihnen zwingende Beweiskraft zuerkenne, hinreichen werden, um eine so weit verbreitete und tief eingewurzelte Theorie zu verdrängen. Dies kann nicht durch einzelne Gegenversuche, sondern nur durch eine andere Theorie geschehen, welche nicht blos die simultanen Contrastwirkungen, sondern

---

[1] Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. 52.—57. Bd.

[2] Physiologische Optik, S. 413.

das ganze grosse Gebiet der Lichtempfindung umfasst und dadurch, dass sie alle wesentlichen Thatsachen dieses Gebietes unter einen und zwar physiologischen Gesichtspunkt bringt, den Beweis liefert, dass sie der Wahrheit näher liegt, als die jetzige Theorie der Gesichtsempfindungen, welche aus physiologischen Hypothesen und spiritualistischen Erklärungen zusammengewürfelt ist.

XXX. SITZUNG VOM 18. DECEMBER 1873.

Der Präsident gibt Nachricht von dem am 14. December erfolgten Ableben des ausländischen correspondirenden Mitgliedes, des Herrn Louis Agassiz.

Sämmtliche Anwesende geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Zur Lehre vom Lichtsinne. III. Mittheilung: Über simultane Lichtinduction und über successiven Contrast", vom Herrn Prof. Dr. Ew. Hering in Prag.

„Über Reflexe auf die Athmung, welche bei der Zufuhr einiger flüchtiger Substanzen zu den unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwegen ausgelöst werden", vom Herrn Prof. Dr. Ph. Knoll in Prag.

„Untersuchungen über Tasthaare". III., vom Herrn M. J. Dietl, Assistenten am physiologischen Institute in Innsbruck.

„Über die Construction der einander eingeschriebenen Linien zweiter Ordnung. II. Den Kegelschnitten eingeschriebene Kreise", vom Herrn Prof. Rud. Niemtschik in Wien.

Herr Dr. Leop. Jos. Fitzinger überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die Gattungen der Familie der Hirsche *(Cervi)* nach ihrer natürlichen Verwandtschaft."

Herr Prof. Dr. S. L. Schenk legt eine Abhandlung: „Die Eier von *raja quadrimaculata* (Bonap.) innerhalb der Eileiter", vor.

Herr Dr. J. Nowak übergibt eine von ihm gemeinschaftlich mit Herrn Dr. Kratschmer verfasste Abhandlung: „Über die Phosphorsäure als Reagens auf Alkaloide".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, R., delle Scienze di Torino: Atti. Vol. VIII. Disp. 1ª—6ª. Torino, 1872/3; 8°.

Alpen-Verein, österr.: Jahrbuch. 9. Band. Wien, 1873; 8°.

Anales del Observatorio de marina de San Fernando. Seccion 2ª. Observaciones meteorologicas. Año 1871. San Fernando; 4°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Kopp, Erlenmeyer & Volhard. N. R. Band 94, Heft 1 & 2. Leipzig & Heidelberg, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr. Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 35. Wien, 1873; 8°.

Arbeiten des kais. botan. Gartens zu St. Petersburg. Band II, 2. Lieferung. St. Petersburg, 1873; 8°. (Russisch.)

Astronomische Nachrichten. Nr. 1966—1968 (Bd. 82. 22—24.) Kiel, 1873; 4°.

Bericht über die Verhandlungen des internationalen Meteorologen-Congresses zu Wien. (2.—16. Sept. 1873). Wien, 1873; 4°.

Bořický, Em., Petrographische Studien an den Basaltgesteinen Böhmens. (Die Arbeiten der geologischen Abtheilung der Landesdurchforschung von Böhmen. II. Theil.) Prag, 1873; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 22. Paris, 1873; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö. Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 50. Wien, 1873; 4°.

Ilyenkow, P. A., Notice sur la composition chimique du Tschernozème. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Jena, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1872/3. 4° & 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 25. Graz, 1873; 4°.

Moniteur scientifique du Dteur Quesneville. 384e Livraison. Paris, 1873; 4°.

Museums-Verein in Bregenz: XIII. Rechenschafts-Bericht. Bregenz, 1873; 4°.

Nature. Nr. 215, Vol. IX. London, 1873; 4°.

Regel, E., *Descriptiones plantarum novarum in regionibus Turkestanicis a cl. viris Fedjenko, Korobkow, Kuschakewicz et Krause collectis etc. Petropoli, 1873;* 8°.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 4. Novembro de 1873. Lisboa; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. IIIe Année, 2me Série, Nr. 24. Paris, 1873; 4°.

Schultz, Alexandre, Notice sur les pêcheries et la chasse aux phoques dans la Mer Blanche, l'Océan Glacial et la Mer Caspienne. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. 1873. Disp. 7^a & 8^a. Palermo; 4°.

Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux: Mémoires et Bulletins. 1873, 1er & 2me Fascicules. Bordeaux; 8°.

Society, The Royal, of London: Philosophical Transactions for the Year 1872. Vol. 162, Part II. London; 4°. — Proceedings. Vol. XXI, Nrs. 139—145. London, 1872—73; 8°. — List of Members. November 1872. 4°.

Socoloff, Nicolas, Analyses de quelques espèces de champignons comestibles. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Soudakévicz, Théodore, Notice sur le progrès de la pisciculture en Russie. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Tübingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1871/2. 4° & 8°.

Werekha, P. N., Notice sur les forêts et leurs produits en rapport avec la superficie totale du territoire et avec la population. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Weschniakoff, W., Notice sur l'état actuel de l'industrie domestique en Russie. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 50. Wien, 1873; 4°.

Yermolow, Al. S., Recherches sur les gisements de phosphate de chaux fossile en Russie. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Zaviziano, Costantino, Corografia preistorica. Appendice al II^do volume sugli avvenimenti preistorici. Napoli, 1873; 8°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang. 15. Heft. Wien, 1873; 4°.

Über die Phosphorsäure als Reagens auf Alkaloide.

Von Dr. **J. Nowak** und Dr. **Kratschmer.**

Bekanntlich hat zuerst Hasselt die Phosphorsäure als Reagens auf Aconitin empfohlen. Dieses Alkaloid wird nämlich nach seiner Angabe beim vorsichtigen Erwärmen in einem Uhrgläschen mit 1—2 CC. officineller Phosphorsäure allmälig röthlich und dann, sehr behutsam weiter erhitzt, violett. Otto bemerkt hiezu, dass Digitalin und Delphinin eine ähnliche Reaction geben, sich aber von demselben durch ihre Schwefelsäure-Bromwasser-Reaction unterscheiden. Bezüglich des Verhaltens der anderen Alkaloide zu Phosphorsäure finden sich in der Literatur keine weiteren Angaben.

Wir haben deshalb dieses Verhalten zum Gegenstande vorliegender Untersuchung gemacht, geleitet von dem naheliegenden Gedanken, dass concentrirte Phosphorsäure in einzelnen Fällen vielleicht ähnliche Reactionen geben könnte, wie dies von der Schwefelsäure bekannt ist. Es musste sich dann auch ergeben, ob denn die Hasselt'sche Aconitin-Reaction in der That charakteristisch sei oder nicht.

Zu unseren Versuchen nahmen wir etwa 1 Mgrm. des Alkaloides, setzten hiezu 1—2 Tropfen reiner (arsenfreier) möglichst concentrirter Phosphorsäure und erwärmten in einem Uhrgläschen über einer Bunsen'schen Flamme vorsichtig, damit nicht vorzeitig Verkohlung eintrete. Wir erhielten auf diese Weise die nachstehenden Resultate:

Aconitin löst sich farblos, bei fortschreitendem sehr vorsichtigen Erwärmen des dicklich gewordenen Tropfens tritt ein gefärbter Ring auf, dessen äusserer Rand blau, dessen innerer röthlichbraun erscheint. Beim weiteren vorsichtigen Erhitzen wandelt sich der Ring zu einer Scheibe um, deren Centrum

röthlichviolett ist, während die Ränder blau bleiben. Noch weiteres Erwärmen verdunkelt die Farben in nicht mehr charakteristische Nüancen. — Erhitzt man so weit, dass der Tropfen eine bräunliche, ganz dick gewordene Masse vorstellt, so verbreitet sich ein eigenthümlich aromatischer, rasch vorübergehender Geruch.

Strychnin löst sich farblos; nach längerem Erhitzen treten bläulichviolette Punkte auf, die sich dann zu einem bräunlichvioletten Ringe oder Tropfen vereinigen. Auch hier ist die äussere Peripherie blauviolett, die centralen Partien gelblichbraun oder röthlich.

Brucin löst sich leicht zu einer farblosen Flüssigkeit, welche mit fortschreitendem Erwärmen anfangs blassgelblich, hierauf röthlichbraun, dann aber schön grüngelb und schliesslich wieder braungelb wird. Hat man sehr vorsichtig erhitzt, bis die Flüssigkeit eben gelblich zu werden beginnt, so gelingt es bei einiger Übung und Aufmerksamkeit, einen Zeitpunkt zu treffen, in welchem man in dem gelben Tropfen einen schönen, zart rosenrothen Ring oder Fleck wahrnimmt, wenn man das Uhrglas auf eine weisse Unterlage stellt.

Morphin löst sich ziemlich schwer zu einer Flüssigkeit, die farblos, nach längerem Erhitzen hellviolett, dann bräunlich wird.

Codeïn löst sich farblos, leicht schon in der Kälte; beim Erwärmen erscheint der Saum des Tropfens bläulichviolett. Man muss beim Erhitzen sehr vorsichtig sein, sonst tritt leicht Verkohlung ein.

Narceïn löst sich farblos; beim Erwärmen werden zunächst die Ränder, alsbald der ganze Tropfen grünlichgelb. Vom Rande her tritt dann gegen die Mitte zu eine anfangs schön röthliche, dann etwas bräunliche Färbung auf. Die Reaction ist sehr empfindlich: ein winziges Kryställchen ruft noch die angeführte Färbung hervor. Durch Ammoniak wird die rothe und rothbraune Farbe wieder in Gelb verwandelt.

Narcotin löst sich schwierig zu einer farblosen Flüssigkeit, die beim Erhitzen anfangs schwach violett, dann violettbraun und schliesslich bräunlich wird. Beim Beginne der Braunfärbung wird ein angenehmer, dem des Steinklee ähnlicher

Geruch wahrnehmbar, der sich ziemlich lange hält. Die Farbenreaction hat mit der des Aconitin einige Ähnlichkeit.

Thebaïn löst sich erst in der Wärme anfangs farblos, dann mit goldgelber Farbe, welche sehr lange Zeit anhält und erst bei weiterem Erhitzen ins Schmutzigviolette übergeht.

Papaverin löst sich anfangs farblos, wird beim weiteren Erwärmen schmutziggelblich, dann schmutzigbräunlich. Sobald die Braunfärbung stärker wird, tritt ein ähnlicher, jedoch viel schwächerer Geruch auf, wie bei Narcotin.

Porphyroxin löst sich ziemlich schwierig. Beim Erhitzen wird der Tropfen am Rande anfangs röthlich, dann violett, zuletzt dunkelbraun. — Sobald man zu erhitzen beginnt, wird ein sehr charakteristischer Geruch nach gedörrten Zwetschken wahrnehmbar.

Caffeïn löst sich farblos und erhält sich so auch beim weiteren Erhitzen bis zur beginnenden Verkohlung.

Theobromin wie Caffeïn.

Chinin zeigt beim Auflösen in Phosphorsäure dieselbe Fluorescenz, wie seine Lösungen mit verdünnter Schwefelsäure. Durch weiteres Erhitzen geht die Fluorescenz verloren und die Farbe des Tropfens wird zuerst grün, dann gelb, endlich braun.

Chinidin wie Chinin.

Cinchonin und Cinchonidin wie Caffeïn.

Veratrin löst sich farblos, wird beim Erhitzen zuerst am Rande, später überall prachtvoll roth. Bei genauerer Betrachtung zeigen sich die gefärbten Stellen dichroitisch: sie sind im auffallenden Lichte grün.

Sabadillin verhält sich genau so wie Veratrin.

Colchicin löst sich mit grüngelber Farbe, die auch beim weiteren Erwärmen anhält, bis Verkohlung eintritt.

Emetin löst sich mit gelber Farbe, welche beim Erwärmen dunkler wird.

Delphinin löst sich farblos; beim Erhitzen werden zuerst die Ränder, dann der ganze Tropfen röthlich, ins Violette ziehend. Bewegt man das Uhrgläschen hin und her, so gewahrt man sofort einen sehr schönen Dichroismus: im auffallenden Lichte ist die Farbe papageigrün, im durchfallenden pfirsichroth.

Atropin löst sich farblos und erhält sich so bis zur beginnenden Verkohlung. Während des Erhitzens tritt ein sehr intensiver und charakteristischer Geruch (nach Jasmin) auf.

Bebeerin löst sich gelb, wird beim Erwärmen braun.

Digitalin löst sich schwierig und erst in der Wärme mit gelber Farbe, wird dann an den Rändern schmutzig braunviolett.

Solanin löst sich schwierig, anfangs farblos, wird beim Erwärmen lebhaft himbeerroth. Während des Erhitzens entwickelt sich ein widerlicher Geruch, der in grösserer Entfernung an den der Petersilie erinnert.

Pikrotoxin[1] löst sich schwierig und erst in der Wärme und wird beim vorsichtigen Erhitzen bräunlichviolett.

Die vorgeführten Versuche lehren, dass in der That die Phosphorsäure mit verschiedenen Alkaloiden mannigfaltige Reactionserscheinungen erzeugt.

Nun entsteht die Frage: Sind einzelne oder mehrere dieser Reactionen so empfindlich und charakteristisch, dass sie in praxi, d. i. bei forensischen Untersuchungen, mit Vortheil verwendet werden können, und welche Alkaloide werden hiedurch angezeigt? In dieser Hinsicht ist gleich zu bemerken, dass das Aconitin nicht zu den letzteren gezählt werden kann, sobald man sich unsere Versuchsreihe vergegenwärtigt. Denn das Auftreten röthlicher oder violetter Farben beobachtet man, wenn auch nicht immer in gleicher Nüance, was wohl sehr häufig theils von der verwendeten Menge der Substanz theils von den Zufälligkeiten beim Erhitzen abhängt, bei zu vielen Alkaloiden, als dass dieselbe für ein Charakteristikon angesehen werden könnte. So sehen wir, dass sich das Strychnin, Narcotin und Codein nahezu ganz gleich, das Morphin und Pikrotoxin sehr ähnlich verhalten. Dagegen können wir der Eingangs erwähnten Bemerkung Otto's nicht beipflichten, nach welcher Digitalin und Delphinin bezüglich ihrer Phosphorsäurereaction dem Aconitin am nächsten stünden, da das Digitalin durch Phosphorsäure anfangs gelb und dann bräunlich wird, das Delphinin den sehr kennzeichnenden Dichroismus zeigt.

---

[1] Die letzteren drei Körper sind hier nur in Hinsicht ihrer toxischen Wirkung und forensischen Bedeutung angeführt.

Was nun die übrigen von uns untersuchten alkaloidischen Stoffe betrifft, so werden, wenn man blos die Farbenreaction in Betracht zieht, durch Phosphorsäure gut gekennzeichnet: Brucin, Narceïn, Thebaïn, Chinin, Chinidin, Veratrin, Sabadillin, Colchicin, Delphinin und Solanin.

Für Brucin ist einmal der beschriebene Farbenwechsel, ganz besonders aber das Auftreten der schön rosenrothen Stellen in dem sonst gelben Tropfen charakteristisch; Narceïn ist durch den Übergang von Gelb ins Rothe und Rothbraune ausgezeichnet, die letztere Farbe wird überdies durch Ammoniak wieder in Gelb zurückgeführt; Thebaïn und Colchicin unterscheiden sich zwar nicht von einander, wohl aber von den anderen, durch die bis zum Beginne der Verkohlung andauernde goldgelbe Farbe; Chinin und Chinidin lässt sich gar leicht erkennen: die in der verdünnten Säure hervortretende Fluorescenz verschwindet bei weiterer Concentration und es stellt sich ein deutliches Grün ein; dem Veratrin, Sabadillin und Delphinin ist der angeführte Dichroismus eigenthümlich, welcher besonders bei letzterem sehr auffällt. Unterscheidend für diese drei Körper ist der Umstand, dass Veratrin und Abadillin im durchfallenden Lichte prachtvoll roth, Delphinin dagegen matt pfirsichroth gefärbt ist; Solanin endlich zeigt beim Erwärmen mit Phosphorsäure ein Himbeerroth, wie es sonst bei keinem Alkaloide auftritt.

Gleiche oder ähnliche Reactionen liefert bekanntermassen auch die Schwefelsäure mit einzelnen der letztangeführten Alkaloide. So erzeugt sie mit Veratrin und Sabadillin dasselbe prachtvolle Roth, mit Narceïn und Solanin wenigstens beim vorsichtigen Erwärmen die bei der Phosphorsäure beschriebenen Farbentöne. Auch zeigen die Lösungen des Veratrins, Sabadillins und Delphinins mit Schwefelsäure denselben, unseres Wissens nirgends hervorgehobenen Dichroismus, wie mit Phosphorsäure. — Dennoch würden wir in einzelnen Fällen die Phosphorsäure der Schwefelsäure vorziehen und zwar, wenn es sich darum handelt, die allzu energische Einwirkung der Schwefelsäure zu vermeiden und reine Farbentöne zu erhalten (Narceïn und Solanin), ganz besonders aber, wenn noch ein bestimmter Geruch als Kennzeichen dienen soll.

Wie wir bereits in der obigen Versuchsreihe hervorgehoben haben, sind es folgende Substanzen, welche mit Phosphorsäure erwärmt, auffällige Gerüche entwickeln: Aconitin, Narcotin, Papaverin, Porphyroxin, Solanin und Atropin. Jede derselben verbreitet einen speciell nur ihr eigenthümlichen und deshalb für sie charakteristischen Geruch, nur der des Papaverin ähnelt dem des Narcotin, ist jedoch bei weitem schwächer. Bei der Schwierigkeit, Geruchsempfindungen zu classificiren, empfiehlt es sich, dieselben durch Versuche an reinen Alkaloiden kennen zu lernen, wie man ja auch zur Kenntniss der Farbenreactionen gleiche Controlversuche zu machen pflegt. Bei der ersten Art von Reactionen ist dies um so nothwendiger und sollte bei forensischen Untersuchungen niemals unterlassen werden, weil bekanntermassen Geruchsempfindungen weit mehr von der Subjectivität abhängen als Farbenwahrnehmungen. — Uns scheint der Geruch bei Papaverin und Narcotin dem des Steinklees oder Benzoëharzes, beim Solanin der Petersilie, beim Aconitin dem der Erdbeeren, beim Porphyroxin den Abkochungen gedörrter Zwetschken und beim Atropin dem Jasmin am ähnlichsten zu sein.

Bezüglich der Intensität der Geruchsreaction haben uns Versuche gelehrt, dass $^1/_5$ Mgr. von jedem der hiezu als geeignet bezeichneten Körper genügt, um eine deutliche Wahrnehmung zn erhalten; bei Narcotin reicht hiezu schon $^1/_{20}$ Mgr. aus und betreffs des Atropins führen wir wegen der Wichtigkeit der Sache Nachfolgendes an:

2 Mgr. Atropin entwickelten beim Erwärmen mit Phosphorsäure einen im ganzen Raume sich verbreitenden, sehr starken Jasmingeruch. Unterbricht man das Erwärmen, so hört auch alsbald der Geruch auf, um jedoch bei erneuertem Erhitzen der Probe in ganz gleicher Weise wieder aufzutreten. Man kann mindestens zehnmal den Versuch mit gleichem Erfolge wiederholen.

1 Mgr. Atropin entwickelte einen sehr deutlichen Jasmingeruch; der Versuch wurde mehrmals angestellt. Hierauf wurde diese Probe zehn Tage stehen gelassen und dann neuerdings erwärmt, wobei jedesmal der charakteristische Geruch deutlich auftrat. Nach neuen zehn Tagen, also nach zwanzig Tagen seit

dem ersten Versuche, wurde abermals mit der aufbewahrten Probe der Versuch vorgenommen und auch jetzt wurde der Geruch ganz deutlich wahrgenommen.

$^1/_{10}$ Mgr. Atropin gab ebenfalls noch einen deutlichen starken Geruch und gestattete eine Wiederholung des Versuches.

Die Phosphorsäure ist demnach für das Atropin, obgleich sie mit demselben nicht wie mit anderen Alkaloiden zugleich eine Farbenreaction gibt, ein nicht zu unterschätzendes Erkennungsmittel, wenn man bedenkt, wie arm dieser in forensischer und sonstiger Hinsicht wichtige Körper an guten Charakteristiken ist. Zur Beantwortung der Frage, ob ein vorliegender Körper Atropin sei oder nicht, verwenden wir bekanntlich die Fähigkeit dieses Alkaloides, schon unterhalb der Siedetemperatur des Wassers zu schmelzen, seine bekannte physiologische Wirkung auf die Pupille, ferner die eigenthümlichen, durch die Helwig'sche Sublimation erhaltenen und mittelst des Mikroskopes wahrnehmbaren Formen und schliesslich die zuerst von Gulielmo angeführte Geruchsreaction mit Schwefelsäure. Gegen die mit diesen Hilfsmitteln zu erzielenden Resultate lassen sich jedoch gegründete Bedenken erheben:

Die Prüfung auf den Schmelzpunkt verlangt grössere Mengen des rein dargestellten Körpers, über welche man in praxi, namentlich bei forensischen Untersuchungen, gewöhnlich nicht verfügt; der nicht zu unterschätzende Werth der physiologischen Reaction wird gemindert durch den Umstand, dass hiedurch nur ein Mydriaticum, nicht aber gerade Atropin angezeigt wird, und die Diagnostik des sublimirten Atropins mit Hilfe des Mikroskopes ist wie bekannt wenig zuverlässig, weil die Beschaffenheit des Sublimates von zum Theile völlig der Controle sich entziehenden Momenten abhängig ist, und überdies für das Atropin besonders deshalb minder brauchbar, weil die Formen desselben (Tropfenform) nicht viel Kennzeichnendes darbieten.

Was nun die Geruchsreaction anbelangt, so ist dieselbe in der That höchst charakteristisch; aber bei der Art und Weise, wie sie bisher hervorgerufen wurde, nämlich mit Schwefelsäure, auch ebenso vergänglich, ja unsicher.

Wir haben, sowie Dragendorff, die Beobachtung gemacht, dass, wenn man Atropin mit concentrirter Schwefelsäure erwärmt,

der charakteristische Jasmingeruch nur dann auftritt, wenn die Menge des verwendeten Alkaloides eine verhältnissmässig grössere ist; auch konnte diese Geruchsreaction nur von einer oder zwei Personen, und da nur schwach und vorübergehend wahrgenommen werden. Denn die heisse concentrirte Schwefelsäure zersetzt einerseits das Alkaloid sehr rasch, andererseits beeinträchtigen die aufsteigenden schwefelsauren Dämpfe vermöge ihrer eigenen Einwirkung auf das Geruchsorgan jede Geruchswahrnehmung sehr erheblich.

Selbst wenn man nach Pfeiffer und Herbst in ein auf 150° erhitztes Gemisch von concentrirter Schwefelsäure und molybdänsauren Ammoniak (oder chromsauren Kali) das Alkaloid einträgt und darauf einige Tropfen Wasser einspritzt, entsteht die Reaction zwar deutlich, geht aber rasch, fast augenblicklich, wieder verloren.

Diese Übelstände werden, wie wir gezeigt haben, durch die Anwendung der Phosphorsäure (auch Borsäure wirkt ähnlich) vollkommen beseitigt, und das oben ausführlicher geschilderte Verhalten derselben gestattet, das bei forensischen Untersuchungen gefundene Atropin, wenn es auch in noch so geringer Menge vorhanden war, als Corpus delicti den Acten beizuschliessen und die sonst geringe Beweiskraft einer subjectiven vereinzelten Sinnesempfindung zu der einer objectiven allgemeinen Wahrnehmung zu erhöhen.

Untersuchungen über Tasthaare.

Von **M. J. Dietl.**

(Aus dem physiologischen Institute zu Innsbruck.)

(Mit 1 Tafel.)

III.

Beiträge zur vergleichenden Anatomie derselben.

Während meiner Studien über das Verhalten der Nerven in den Fühlhaaren begegnete ich bei der Untersuchung der verschiedenen Thierspecies mancherlei Eigenthümlichkeiten, die in Bezug auf die vergleichende Anatomie der Fühlhaare ein Interesse in Anspruch zu nehmen geeignet sein dürften, um so mehr als sich in letzter Zeit mehrere Histologen mit diesem Gegenstande sehr eingehend beschäftigten. Wohl waren es — einer allgemeinen Strömung entsprechend — vor allem „die Endigungen der Nerven", welche beinahe alle Aufmerksamkeit absorbirten, doch blieben auch andere Verhältnisse, wenigstens insoweit man ihnen nicht ausweichen konnte, nicht unberücksichtigt. Auch die vorliegenden Beobachtungen wurden grösstentheils gelegentlich gemacht und erst weiterhin vervollständigt. Da sie sich auf die verschiedensten Theile der Fühlhaare beziehen, so lassen sie sich auch schwer unter einen einheitlichen Gesichtspunkt zusammenfassen und müssen mehr als eine Nachlese früherer Studien geboten werden. Dieselben wurden, wie diese im physiologischen Institute zu Innsbruck angestellt.

Vor allem wäre zu erwähnen, dass ich einen Standort von Fühlhaaren[1] aufgefunden habe, der ebenso neu, wie ungewöhnlich sein dürfte; es ist dies beim Wiesel die Streckseite des Ellbogens,

---

[1] Ich nehme den Begriff im älteren Sinne, da die neueren Untersuchungen durch Schöbl denselben ganz mächtig erweiterten.

wo sich regelmässig drei wohlausgebildete Tasthaare mit allen ihren Attributen vorfinden, die an Länge und an der Grösse ihrer Follikel denen in der Schnauze wenig nachstehen. Ganz ähnliche Verhältnisse trifft man beim Eichhörnchen.

Eine zweite vereinzelt dastehende Thatsache betrifft die Talgdrüsen. Bekanntlich hat Gegenbauer den Sitz derselben in die äussere Wurzelscheide verlegt. Dem wurde von mehreren Seiten mit Recht widersprochen[1], da sie in dem Gewebe des Haarbalgs im Follikelhalse situirt sind, hier einen bald grösseren, bald kleineren Raum beanspruchen und so bald zu oberst im Follikelhalse, bald bis tief hinab in jenen Theil des Balgs zu liegen kommen, den man „conischen Körper" zu nennen gewohnt ist; das letztere geschieht z. B. beim Pferde, wo der schon von Haus aus sehr flache conische Körper durch die Talgdrüsen beinahe gänzlich occupirt ist. Beim Schweine aber finden wir die rosettenförmig angeordneten Talgdrüsen vollends im Gewebe der äusseren Wurzelscheide und erst mittelbar im Balge und zwar in der Nachbarschaft des conischen Körpers liegen. Das epitheliale Gewebe der Wurzelscheide ragt nämlich als ein kranzförmiger Wulst in das des Balges hinein. Diese Talgdrüsen des Schweines sind sehr rudimentär, bestehen aus einer kurzen schmalen Reihe von Drüsenzellen, die ihrerseits ringsum von mehreren Schichten Epithelzellen umgeben sind, welche eben mit der äusseren Wurzelscheide in ununterbrochenem Zusammenhange stehen. Die histologischen Elemente der Drüse differenziren sich sehr deutlich von jenen der Wurzelscheide durch Lagerung, Form und Grösse. (Fig. 1.)

Ein besonderes Interesse nahmen von je der spongiöse Körper (das cavernöse Gewebe) und die in ihm gelegenen Gebilde für sich in Anspruch, deren Function noch immer nicht mit wünschenswerther Sicherheit erklärt zu sein scheint.

Das Verständniss des spongiösen Körpers dürfte wesentlich erleichtert werden durch die der Auffassung Gurlt's entsprechende Darstellung, gemäss deren sich der Haarbalg in eine

---

[1] Odenius, Beitrag zur Kenntnis des anat. Baues der Tasthaare, Arch. f. mikr. Anat. von Max Schultze, 2. Band. 4. Heft. 1866. pag. 440. Dietl, diese Sitzungsberichte. B. LXIV, pag. 66.

äussere und eine innere Lamelle spaltet, welche den spongiösen Körper mit allen seinen Einzelnheiten zwischen sich aufnehmen. In demselben Sinne spricht sich in seiner neuesten Arbeit auch Schöbl aus[1], dem meine Untersuchungen unbekannt geblieben sind; ich habe diesen Gedanken bereits in dem ersten Theile derselben (pag. 66) betont und ihn durch eine schematische Darstellung illustrirt.

Von diesen beiden Lamellen ist die innere die weitaus wichtigere; sie liegt durch Vermittlung der Glashaut der äusseren Wurzelscheide an, führt oben unmittelbar nach geschehener Spaltung den Namen conischer Körper, entwickelt weiter unten darauf bei vielen später zu erwähnenden Thiergattungen aus sich den Ringwulst (von mir früher schildförmiger Zellkörper genannt) und wird im Bereiche des eigentlichen cavernösen Gewebes zur compacten Lage desselben; mit der äusseren Lamelle ist sie entweder in der ganzen Ausdehnung des Interspatiums oder (beim Vorhandensein eines Ringsinus) in einem gewissen Bereiche durch ein verschieden gestaltetes Balkenwerk verbunden.

Alle die angeführten, von verschiedenen Autoren herrührenden Bezeichnungen sind der Ausdruck für die mannigfachen morphologischen Verhältnisse und Eigenthümlichkeiten, die den Haarbalg der Tasthaare charakterisiren; derselbe besteht im Wesentlichen aus Bindegewebe, das jedoch in den einzelnen Bezirken mancherlei Texturverschiedenheiten darbietet. Während es in der äusseren Lamelle dieselbe Structur besitzt, wie das Corion der allgemeinen Decke, finden wir in der inneren wesentlich andere Formen, nicht nur bei den einzelnen Thiergattungen, sondern im Verlaufe und in der Gliederung der inneren Lamelle selbst. Im Allgemeinen ist es jedesmal lockerer, weicher und mit zahlreichen Kernen versehen; bei der Carmintinction bleibt es immer viel blässer, was sich an den Übergangsstellen in die äussere Lamelle, also an der Kuppe des Blutraumes recht deutlich manifestirt.

---

[1] Schöbl. Über Nervenendigungen an Tasthaaren der Säugethiere etc. Arch. f. mikr. Anat. IX. Bd. 2. Heft. pag. 212.

Im Dienste der vergleichenden Anatomie können die innere Lamelle und ihre Adnexa mit Erfolg nur unter einem mit dem spongiösen Körper betrachtet werden, ein Postulat, welches in der Coïncidenz des Auftretens eines Ringwulstes und Ringsinus seinen Grund hat.

Hier muss vor allem geltend gemacht werden, dass ein eigentlicher Ringsinus nur dort besteht, wo der Ringwulst sich einer entsprechenden Ausbildung erfreut. In diesem Sinne kann man nicht wohl von einem Ringsinus sprechen bei Thieren, denen der Ringwulst abgeht, wie dies z. B. der Fall ist bei den Rindern, Schafen, beim Pferde und auch selbst noch beim Schweine. Bezüglich der ersteren Gattung habe ich den Mangel eines Ringwulstes und Sinus bereits in dem zweiten Theile dieser Untersuchungen hervorgehoben (pag. 5 des Separatabdruckes). Beim Pferde stellten ihn, wie Sertoli[1] berichtet, Paladino und Lanzillotti-Buonsanti in Abrede.

Zur genaueren Orientirung wollen wir den verschiedenen Übergangsformen von dem Mangel bis zur vollendeten Ausbildung des Ringwulstes und Ringsinus eine genauere Betrachtung widmen.

Untersucht man die Tasthaarfollikel des Rindes auf Längsschnitten, so sieht man die dicken und spärlichen Balken des cavernösen Gewebes in schiefer Richtung von der äusseren zur inneren Lamelle ziehen, ohne dass sich irgendwo ein grösserer Raum zwischen ihnen kenntlich machen würde, dem man eine besondere Verrichtung zuschreiben könnte: kurz der Raum zwischen den beiden Haarsacklamellen (dem äusseren Haarsack und der sogenannten compacten Lage) ist gleichmässig von dem groben Balkenwerk des cavernösen Gewebes durchzogen[2]; ein Ringwulst ist nicht vorhanden, nur zeigen einige der oberen Balken hie und da einmal eine Anschwellung, bedingt durch eine Massenzunahme des faserigen Bindegewebes.

Beim Pferde verhält sich die Sache folgendermassen. Wir finden eine sehr voluminöse innere Lamelle, gebildet von einem

[1] Sertoli, Sulla Terminazione dei nervi nei peli tattili. Milano 1872. pag. 5.

[2] Vergl. Fig. 2 u. 3 in dem zweiten Theile dieser Untersuchungen. Sitzb. d. kais. Akad. LXII. Juniheft 1872.

kernreichen Bindegewebe, das an der Stelle, wo sonst der Ringwulst vorzukommen pflegt, in grösserer Ausdehnung eine leichte Anschwellung bildet, als Andeutung eines gewissermassen sehr breit aufsitzenden Ringwulstes.

Einen directen Übergang zum Selbständigwerden des Ringwulstes beobachten wir in den Tasthaarfollikeln des Schweines. Bei oberflächlicher Untersuchung finden wir auf Längsschnitten zu beiden Seiten des Haares je einen Wulst aus der inneren Lamelle entstehend nach aussen und oben in den Blutraum hineinragen. Sieht man genauer zu, so bemerkt man oft von dem Durchschnitte des Wulstes noch einen zarten bindegewebigen Fortsatz zur äusseren Balglamelle ziehen, so dass der erstere nur eine sehr auffallende regelmässige Verdickung der gewöhnlichen Balken mit ihren Elementen, Bindegewebe, elastischen Fasern und Kernen darstellt (Fig. 2); da er sich aber constant beiderseits vorfindet, nur einmal mehr einmal weniger tief in den Blutraum hineinragt und sein äusserer Rand nicht allerorts als Bindegewebsstrang sich fortsetzt, so haben wir einen trichterförmigen, mit seiner schmalen, die Wurzelscheide umfassenden Öffnung nach unten gekehrten Wulst vor uns, dessen gekerbter Rand durch mehrere Bänder an die äussere Balglamelle angeheftet ist. In seiner Nachbarschaft sind auch die Gewebsbalken des spongiösen Körpers sparsamer und es ist so der Beginn zur Bildung eines Ringsinus gegeben.

Weiterhin treffen wir den Ringwulst ganz ausser Verbindung mit dem äusseren Haarbalg als ein selbständiges Gebilde, das dann immer in einem wohlausgebildeten freien Blutsinus gelegen ist. — Wie wir gesehen, weisen die oben angeführten Thiere (Rind, Pferd, Schwein) in Rücksicht auf die in Rede stehenden anatomischen Verhältnisse ganz charakteristische Eigenschaften auf, die sich jedoch auf den Grad der Ausbildung des Ringwulstes beziehen. Nicht weniger charakteristisch ist für jene Thiere, die einen vollkommenen Ringwulst in der That besitzen, dessen Form und feinerer Bau, ja selbst in dem Grade, dass man aus einem guten Durchschnitt des Ringwulstes oft die Diagnose einer bestimmten Species zu machen im Stande ist.

Die Structur des Ringwulstes ist der Grundlage nach bekanntermassen eine bindegewebige: er entwickelt sich eben aus

der inneren Lamelle des Haarbalgs; doch lässt sich die Textur nicht so generalisiren wie es von Odenius geschah, wenn er sagt[1]: „Wir finden hier wieder dasselbe fast homogene Bindegewebe, mit zahlreichen im Innern kleinen und runden Kernen, zugleich auch elastische Fasern in der Richtung vom Stiele nach der Peripherie, besonders nach dem unteren Ende zu". So viel ich aus meinen Beobachtungen sehe, ist diese Beschreibung aus der Untersuchung der braunen Ratte geflossen.

Ich glaube den richtigen Weg einzuschlagen, wenn ich im Anschluss an die erste Andeutung eines Ringwulstes, wie sie oben für das Schwein beschrieben und als eine Massenzunahme des fibrillären Bindegewebes und der elastischen Fasern der Balken gekennzeichnet wurde, jene Formen des freien Wulstes anreihe, bei denen auch das genannte Gewebe vornehmlich in die Augen fällt. Es ist dies der Fall bei Raubthieren (Hund, Fuchs, Katze, Wiesel) und einigen Nagethieren (dem Eichhörnchen und dem Hasen). Auf den ersten Blick scheint der Ringwulst hier nur aus einem Convolut von Fibrillen zu bestehen, zwischen denselben sind jedoch jedesmal reichlich blasse Kerne oder strahlige Körperchen eingestreut, die einer mehr homogenen Bindesubstanz angehören, welche dem ganzen Gebilde Form verleiht. Diese eingelagerten Bindegewebskörperchen wurden mir an Präparaten von der Katze, die mit Chlorpalladium behandelt waren, ausserordentlich deutlich und dadurch besonders hervortretend, dass sie sich auffallend bräuner färbten, als die übrigen. Die verschiedenen Fasern des Ringwulstes entwickeln sich aus jenen der inneren Balglamelle.

Was die Gestalt anbelangt, so ist sie für die meisten der angegebenen Thiere charakteristisch.

So kennzeichnet sich z. B. der Ringwulst der Gattung *Canis* (*dómesticus* und *vulpes*) durch seine Insertion in einer horizontalen mittleren Zone — wie in dem Längsschnitt auf Fig. 3 ersichtlich ist[2] — und durch seine reichliche theils wellige, theils mehr weniger verfilzte Faserung. Bei den anderen Gattungen

---

[1] A. a. O. pag. 454.

[2] Vergl. auch Taf. II, Fig. 11 des ersten Theiles dieser Untersuchungen vom Fuchs.

finden wir eine marginale Insertion des Ringwulstes am oberen Rande. Jener des Eichhörnchens (Fig. 4) zeigt sich auf Durchschnitten kurz und gedrungen, von lockigen Fasern und runden Kernen durchsetzt.

Für das Kaninchen wurde der Ringwulst schon im ersten Theile dieser Untersuchungen eingehender beschrieben (Taf. I, Fig. 5, pag. 9 des Separatabdruckes); in seiner Form ähnelt er sehr dem der Katze, nur ist seine Oberfläche weitaus buchtenreicher.

Sehr eigenthümlich ist die Textur des Ringwulstes bei den Mäusen; das homogene Bindegewebe ist von einem äusserst feinen, sich dendritisch verzweigenden, im Vergleich zu den früheren Formen spärlichen Fasernetz elastischer Natur durchzogen, dazwischen liegen allenthalben blasse runde Kerne. Bei der braunen Ratte *(Mus rattus)* ist der Ringwulst näher seinem oberen Rande angeheftet und die Faserung läuft nur wenig divergirend besonders abwärts gegen die Peripherie (Fig. 5).

Bei den anderen Mäusen *(Mus musculus, Arvicula)* entwickelt er sich ähnlich wie bei *Canis* mit einer mittleren Zone, und die Faserung strahlt nach oben und unten von dieser Insertionslinie aus[1] (Fig. 6 von *Arvicula campestris*). Die Oberfläche trägt wie bei der Ratte ein zartes Endothel. Auch beim Maulwurf trifft man eine charakteristische Bildung; der Ringwulst ist hier nicht solid, sondern von einem Gewebe gebildet, das, von engen Lacunen durchzogen, der inneren Balglamelle breit aufsitzt und wie die letzteren sammt dem conischen Körper ausserordentlich kernreich erscheint.

Nachdem wir nun über die Mannigfaltigkeit der Formen, in welchen das Bindegewebe am Ringwulst sich präsentirt, einen Überblick erhalten haben, wenden wir uns zu der sogenannten compacten Lage des Schwammkörpers. Dieser Begriff wird zwar, wie aus der Darstellung von Odenius hervorgeht, im Allgemeinen mit dem der inneren Haarbalglamelle identificirt, ich werde

---

[1] Dieselbe wurde bekanntlich von Burkhardt (Centralblatt für mediz. Wissensch. 1870 Nr. 33) fälschlich für den Nervenendapparat der Tasthaare genommen. Siehe darüber den zweiten Theil dieser Untersuch. pag. 4 u. 13 des Separatabdruckes, sowie Sertoli l. c. p. 17.

jedoch zeigen, dass es vortheilhafter ist, ihn nur auf jenen Theil derselben zu beschränken, der abwärts vom Ringsinus im Bereiche des cavernösen Gewebes gelegen ist. Die compacte Lage wird hier als das Confluens der Balken genommen, das die homogene Membran rings umkleidet. Als ihre Eigenthümlichkeit wird von Leydig, der sie treffend als einen sulzigen Körper bezeichnet[1], das Auftreten von Bindegewebskörperchen in Form von strahligen Zellen angegeben zum Unterschiede vom Gewebe der Balken, wo sie als Kerne erscheinen. Über die Ausdehnung dieser compacten Lage sind die Angaben ungenau und die gegebenen Abbildungen (Odenius Fig. 3) zeigen, dass sie nicht in naturgetreuem Zustande gesehen wurde. Dies dürfte in der Untersuchungsmethode begründet sein, als welche zumeist das Trocknen der Follikel behufs Anfertigung von Übersichtsdurchschnitten in Anwendung kam.

Ich habe mich hingegen der Überosmiumsäure bedient, die wie kein anderes Reagens im Stande ist, einen für die Präparation zweckdienlichen Härtungsgrad zu bedingen, dabei aber doch diesem äusserst zarten Gewebe die natürliche weiche Form zu bewahren und die beste Einsicht in die feinen Details zu gestatten. Man sieht dann, am allerschönsten bei den Nagethieren, wie unmittelbar unter dem Ringsinus der Raum zwischen den beiden Haarbalglamellen vollständig von einem Alveolennetz eingenommen ist, dessen Balken aus einem homogenen Bindegewebe besteht, ähnlich dem, wie man es am *ligamentum pectinatum iridis* wiederfindet; je weiter nach abwärts, desto homogener wird das Bindegewebe der Alveolen und gegen die äussere Lamelle ziehen nur noch spärliche Balken, durch die sich feine (elastische) Fasern von einer Lamelle zur anderen schlängeln; auch tragen die Balken ein zartes Endothel. Noch weiter nach abwärts verschwinden die Alveolen und die Balken verlieren sich hier beinahe gänzlich, um erst tief unten bei der Papille wieder aufzutreten. In dem bezeichneten Bezirke liegt nun der inneren Lamelle in der That eine compacte Lage auf, die den grössten Theil des Raumes zwischen den beiden Lamellen

[1] Leydig, über die äusseren Bedeckungen der Säugethiere. Archiv für Anat. u. Physiol. 1859. pag. 717.

einnimmt. Der Zusammenfluss des alveolaren Gewebes zum compacten ist auf Fig. 7 ersichtlich, während Fig. 8 eine Partie wiedergibt, wo derselbe bereits vollständig ist.

So wird der Blutraum in dem untern Theil des spongiösen Körpers auf ein kleines Spatium reducirt, das zwischen der äusseren Lamelle und der mächtigen compacten Lage liegt. Das Bindegewebe, das deren Grundlage ausmacht, ist homogen, von feinen elastischen Fasern durchzogen; ferner sieht man, und vorzüglich dort wo keine Alveolen mehr sind, Fig. 8, zahlreiche spindelförmige und strahlige Bindegewebskörperchen, die mit ihren langen Ausläufern anastomosiren, und endlich runde vielgranulirte Zellen von dem Aussehen der Wanderzellen in grösserer oder geringerer Zahl (Maus, Ratte, Kaninchen, Katze), die vor den anderen blassen Kernen sehr deutlich hervortreten. Diese wirkliche compacte Lage gewinnt auf diese Weise bezüglich ihrer histologischen Structur eine Ähnlichkeit mit dem Nabelstranggewebe (Schleimgewebe, Virchow), darum ist auch der Ausdruck „sulziger Körper" sehr gut gewählt, denn es erzittert bei Erschütterungen in der That wie Gallerte. Bei anderen Thieren, z. B. Katzen, Hunden, wird die compacte Lage nicht so enorm voluminös, sondern bleibt auf die Ausdehnung einer Lamelle beschränkt, und die Gewebsbalken des spongiösen Körpers finden sich in ungeschmälerter Anzahl vom Ringsinus bis zur Papille.

Es erübrigt nun noch, auf den obersten Theil der inneren Lamelle, welche die Kuppe des Ringsinus, eventuell den Abschluss des Schwammkörpers bilden hilft — nämlich auf den conischen Körper, einige Rücksicht zu nehmen; er hängt immer mit der äusseren Lamelle unmittelbar zusammen, differenzirt sich aber in seiner Textur um so auffälliger, je mehr auch der übrige Theil der inneren Lamelle und deren Anhängsel (Ringwulst und compacte Lage) das Aussehen des homogenen Bindegewebes annehmen, wie dies vorzüglich für die Nager angegeben wurde. In diesem Falle bildet der conische Körper eine der compacten Lage analoge Gewebspartie, während er sonst im reichlichen Besitze von fibrillärem Bindegewebe den Texturunterschied zwischen der äusseren und inneren Lamelle nicht so markant hervortreten lässt. Bei den Mäusen ist er übrigens, wie

Odenius schon angibt [1], von der homogenen Membran durch eine sehr helle weiche Schicht getrennt. In derselben konnte ich nichts Anderes differenziren, als äusserst blasse spindelförmige Körperchen und eine feine schiefe, aus dem conischen Körper gegen die Glashaut ziehende Streifung. Ich hebe diesen Befund darum hervor, weil er bezüglich der Nerven von Belang ist diese Schicht entbehrt nämlich der markhaltigen Fasern, die sich in der übrigen Partie des conischen Körpers zahlreich und meist als Querschnitte finden.

Möglicherweise vermittelt die genannte Schicht den Übergang der feinsten marklosen Nervenfasern ins Epithel der Wurzelscheide.

Von allen den Gebilden, welche mit der inneren Lamelle im Zusammenhange stehen, interessirt uns der Ringwulst, dessen Vorkommen, wie wir oben gesehen, mit dem Auftreten eines Ringsinus eng verknüpft ist, insofern am meisten, weil er vor allen die Frage nach dem Zwecke seines Daseins anregt. Odenius trachtete dieselbe dadurch zu lösen, dass er annimmt, der Ringwulst wirke bei der Blutfüllung des Follikels, resp. des Sinus, wie ein Sperrventil; wenn nämlich der Follikel durch seine Muskeln aufwärts gezogen und dadurch geknickt oder gebogen wird, so käme die convexe Aussenfläche des Wulstes auf den concaven Boden des Sinus zu liegen und schliesse so wie ein Keil dem Blute den Rückfluss ins cavernöse Gewebe ab, woraus eine Stauung und weiche Füllung im Sinus entsteht, welche zur besseren Perception der Reize durch die Nervenenden (welche Odenius im conischen Körper suchte) wesentlich beitrage. So plausibel diese Erklärung erscheint, glaubte ich schon im Vorbeigehen im zweiten Theile dieser Untersuchung bemerken zu dürfen, dass ich derselben nicht unbedingt beipflichten könne, indem mir eine Reihe von Bedenken auftauchten, die einer Vereinbarung nicht förderlich sind.

---

[1] L. c. pag. 453.

Wir müssen hier neuerdings vorerst auf die Frage zu sprechen kommen, ob zwischen cavernösem Gewebe und Ringsinus eine offene Verbindung bestehe. Odenius hat dieselbe bereits ventilirt und spricht sich folgendermassen aus: [1]

„Findet nun eine offene Verbindung statt zwischen dem Alveolargewebe und dem Ringsinus? Leydig äussert nichts Besonderes hierüber, sondern erwähnt blos im Vorbeigehen in Bezug auf die Maus, dass der Ringsinus durch eine schmale Substanzbrücke von dem spongiösen Körper getrennt sei. Dass es eine solche Verbindung gibt, wenigstens bei einem Theile des Umfanges, kann man leicht unmittelbar beobachten. Dagegen ist es mir oft vorgekommen, obwohl man natürlich auf nicht geringe Schwierigkeiten stösst, es nachzuweisen, als ständen auf den höchst gelegenen Theilen des spongiösen Körpers die Alveolen nicht in offener Verbindung mit dem Ringsinus, sondern wären von demselben durch eine von zusammenhängenden Balken gebildete wirkliche Substanzbrücke abgesondert."

Ich kann dies nicht anders verstehen und auffassen, als dass Odenius eine Verbindung in Abrede stellt und die Balken gewissermassen zu einer Membran zusammenfliessen lässt, die den Verschluss bewerkstelligen. — Dem gegenüber hätte ein Ventil, als welches der Ringwulst dargestellt wird, jedoch keinen Zweck mehr und die Existenz einer derartigen Substanzbrücke würde mit der angedeuteten Erklärung im Widerspruche stehen. Nun muss aber hervorgehoben werden, dass in der That eine unmittelbare Communication zwischen Ringsinus und Alveolargewebe besteht, die sich auf Durchschnitten eben durch einen unmittelbaren Zusammenhang der Blutmasse in beiden Räumen deutlich manifestirt, ebenso wie zwischen den einzelnen Balken des cavernösen Gewebes selbst. Angesichts dieser Thatsache verdient die Auffassung des Ringwulstes im Sinne von Odenius wieder volle Beachtung. Doch würden noch folgende Einwürfe zu beseitigen sein. Vor allem umgibt der Ringwulst nie den ganzen Umfang des Haares, sondern nur zu etwa $^3/_4$; es bleibt daher noch ein Raum, der entweder ganz frei ist oder in dem das cavernöse Gewebe noch eine Strecke weit emporragt; auf die-

[1] L. c. pag. 452.

sem Wege müsste doch dem Blute der Rückfluss gestattet sein. Ferner habe ich darauf aufmerksam gemacht [1], dass sich an der Kuppe des Ringsinus venöse Abzugscanäle finden, die in dem starren Gewebe des Follikelhalses liegen und darum nicht leicht comprimirt werden können, auch auf diesem Wege wäre dem Blute der Abfluss gestattet. Weiter habe ich beobachtet und beschrieben [2], wie sich die Muskeln der Follikel auch so inseriren, dass sie vom Halse eines Follikels zum Grunde des nächsten ziehen; dieser Anordnung gemäss würden sich die Follikel eher ihrer ganzen Länge nach in toto bewegen und möchte eine Biegung nicht so leicht zu Stande kommen können, ganz abgesehen von der Rigidität des Gewebes, wie wir es an dem äusseren Haarbalg mancher Thiere vorfinden. Auf Grund dieser Bedenken muss ich die Frage über die Bedeutung des Ringwulstes vorläufig noch als eine offene betrachten.

Während die vorangehenden Zeilen sich auf die vergleichende Anatomie der Tasthaare beziehen, sei mir in den folgenden noch gestattet, mit kurzen Worten zweier Arbeiten zu gedenken, die vor Kurzem über die Endigungen der Nerven in den Tasthaaren erschienen sind; die erstere wurde gleichzeitig mit dem zweiten Theil meiner Untersuchungen, welcher denselben Gegenstand behandelt, durch Sertoli [3] publicirt, und ich ersah daraus, dass er auch den Eintritt der Nervenfasern zwischen die Zellen der äusseren Wurzelscheide (beim Pferde) nachwies. Sertoli bediente sich zu dem Ende des Goldchlorids, dem ich nicht das Wort reden konnte. Durch dasselbe brachte er einen Complex von in der äusseren Wurzelscheide gelegenen Körperchen zur Anschauung, die reichlich mit Fortsätzen versehen, durch dieselben unter sich und mit den in zahlreiche Primitivfasern zerfallenden Nerven zusammenhängen. Wenn auch Sertoli [4] betont, dass diese Körperchen in Form und Grösse von den von Langerhans für den *Mucus Malpighii* der menschlichen Haut beschriebenen differiren, so sind sie doch mit ihnen und den von Podcopaëv in

---

[1] Siehe den ersten Theil der Untersuchungen pag. 69 der Ber.

[2] I. Theil pag. 72 der Ber.

[3] Sertoli, Sulla terminazione etc. a. o. a. O.

[4] Sertoli a. o. a. O. pag. 14.

der Kaninchenhaut gefundenen im Wesentlichen gleicher Natur; welcher? darüber wage ich nicht zu entscheiden.

Ich war so glücklich — die örtlichen Verhältnisse rechtfertigen diesen Ausdruck — eine ziemlich frische Oberlippe vom Pferde zu erhalten, und untersuchte die Tasthaarfollikel mit Chlorgold und mit Osmiumsäure; ausserdem wiederholte ich die Untersuchung mit dem ersten Reagens an den Tasthaaren des Rindes und fand Folgendes: In der äussersten Zellenlage der äusseren Wurzelscheide wurde in ihrer ganzen Ausdehnung eine Reihe von Körperchen tingirt, die zumeist und besonders in der unteren Partie der Wurzelscheide von spindelförmiger Form sind; Anastomosen konnte ich nicht beobachten, obwohl sie vorkommen mögen.

Die Bilder entsprechen dem oberen Theile der Fig. 3 von Sertoli. Die polygonale Form und massenhafte Anhäufung dieser Körperchen fand ich wie Sertoli nur, wenn die Grenzlage der äusseren Wurzelscheide durch einen tangentiellen Schnitt getroffen wurde. Auch traf ich derartige Gebilde, von der Art wie sie Langerhans beschreibt, in der Höhe der Talgdrüsen mit so zahlreichen Fortsätzen, wie ich sie noch nie abgebildet fand und daher in Fig. 9 eine Zeichnung beigebe, ohne mich jedoch auf einen Ausspruch über ihre physiologische Rolle einzulassen.

Die obbenannten in der äussersten Zellenlage der Wurzelscheide situirten Körperchen erkennt man auch leicht an guten Osmiumpräparaten wieder, wo sie sich durch eine leichte bräunliche Färbung von den Epithelialzellen abheben.

Auch entdeckte ich neuerlich die schon im zweiten Theile von mir beschriebenen kolbenförmigen Anschwellungen der in das Epithel eingedrungenen Terminalfasern und zwar diesmal im Zusammenhange mit derselben durch das Chlorgold ganz rein imprägnirt; sie lagen jenseits der ersten Zellenlage.

Auffallend ist mir unter den Angaben Sertoli's jene, gemäss deren sich die Nervenfaser bei ihrem Eintritte ins Epithel in zahlreiche Terminalfäden theilt, während ich höchstens dichotomische Theilung zu beobachten in der Lage war.

Von den Arbeiten Schöbl's über Tasthaare ist es seine letzte, „Über Nervenendigung an den Tasthaaren der Säugethiere

und die feinere Structur derselben", welche unseren Gegenstand näher berührt. Schöbl wies nach, dass an dem Rüssel des Igels alle Härchen als Tasthaare zu betrachten seien und zwar darum, weil alle mit einem eigenen Nervenapparat ausgestattet seien. Es finden sich ferner alle möglichen Übergänge von dem Baue der gewöhnlichen Haare bis zu dem jener Formen, die gemeiniglich als Tasthaare bezeichnet wurden. Der Nervenapparat besteht aus einem in der Gegend des conischen Körpers gelegenen Nervenring, der sich aus den marklos gewordenen Fasern constituirt. Der Nervenring trete mit der modificirten (in Bänder zerfallenen) Glashaut [1] in Verbindung.

Da ich nicht in der Lage war, die Tasthaare des Igels zu untersuchen, so kann ich mich in keinerlei Weise über diese Angaben äussern; an der Thatsache, dass bei anderen Thieren die Nerven in die äussere Wurzelscheide eindringen, wird übrigens dadurch nichts geändert. Auch habe ich für die Mäuse bereits angegeben [2], dass man die Nerven im conischen Körper in längeren Strecken transversal verlaufen findet; auch Leydig spricht schon von einem Kranze der bis zur äusseren Wurzelscheide vorzudringen sucht [3]. Dieselben Verhältnisse bezüglich des transversalen Verlaufes der Nervenfasern beobachtete ich auch beim Maulwurfe, den ich darum untersuchte, weil ich auf ein Analogon der Angaben Schöbl's zu stossen hoffte. Die markhaltigen Fasern treten hier in der bekannten Weise von unten, aber auch von oben in den Follikelhals ein und ziehen zum conischen Körper, oft genug auch darüber hinaus. Der conische Körper ist dicht von Kernen durchsetzt, durch die man hie und da in unregelmässigen Bahnen Stücke markhaltiger Nervenfasern sich schlängeln sieht. — Auf sagittalen Schnitten bemerkt man, wie sich die Nervenfasern hier zuspitzen, ohne dass man sie weiter verfolgen könnte, denn die transversale Streifung, die man auch beim Maulwurfe sieht, kann ich nicht als von marklosen Nervenfasern herrührend annehmen; doch hat man Ge-

[1] Die Beschreibung der Glashaut, wie Leydig und Odenius sie geben, scheint mir, entgegen der Vermuthung Schöbl's, geeignet zur Annahme, dass dieselben bereits das Gleiche wie letzterer gesehen.

[2] II. Theil, pag. 9 des Separatabdruckes.

[3] L. c. pag. 720.

legenheit vereinzelte markhaltige Fasern mit transversalem Verlaufe zu beobachten, wozu Querschnitte des Haares nicht ungeeignet sind.

Über die Art der Endigung ist für diese Fälle weder durch die eine noch die andere Angabe etwas Endgültiges ausgesagt. Der Umstand jedoch, dass Schöbl angibt, die marklosen Nervenfasern treten mit der Glashaut in Verbindung, und die von mir bereits früher mitgetheilte, durch weitere Beobachtungen erhärtete Thatsache, dass man mit aller Gewissheit Nervenfasern hoch in den conischen Körper emporziehen, transversal verlaufen, umbiegen und endlich in die äussere Wurzelscheide eindringen sieht, gibt der Vermuthung Raum, dass die Nerven der Tasthaare auf welchem Wege immer im Epithel der Wurzelscheide enden.

Erläuterung der Tafel.

Fig. 1. Längendurchschnitt einer im Gewebe der äusseren Wurzelschei gelegenen Talgdrüse von einem Tasthaare des Schweines. (Syst Oc. 2.)
a Wurzelscheide,
b Haarbalg.

„ 2. Obere Partie des cavernösen Raumes in dem Tasthaare Schweines mit dem Ringwulste. (Hartn. S. 5, Oc. 2.)
a Innere Haarbalglamelle,
b äussere, „
c sogen. conischer Körper,
d Ringwulst.

„ 3. Structur des Ringwulstes vom Hunde. (S. 7, O. 2.)

„ 4. Derselbe vom Eichhörnchen. (S. 7, O. 2.)

„ 5. Der Ringwulst der braunen Ratte. (S. 8, O. 2.)

„ 6. Der Ringwulst von Arvicula. (S. 8, O. 2.)

„ 7. Obere Partie aus der sogen. compacten Lage des cavernö Gewebes; braune Ratte. (Osmiumpräparat. S. 8, O. 2.)

„ 8. Tiefere Partie aus der compacten Lage von der braunen Ra (Osmiumpräparat. S. 8, O. 2.)

„ 9. Durch Goldchlorid gefärbte, in dem oberen Theile der äusse Wurzelscheide gelegene Körperchen mit zahlreichen Ausläufe (S. 8, O. 3.)

Zur Lehre vom Lichtsinne.

Dritte Mittheilung.

Über simultane Lichtinduction und über successiven Contrast.

Von **Ewald Hering,**
Professor der Physiologie in Prag.

Über simultane Lichtinduction.

§. 15.

Beschreibung eines Falles von simultaner Lichtinduction.

Man stelle sich ein Gesichtsfeld her, welches zur Hälfte hellweiss, zur andern Hälfte tiefschwarz ist, also z. B. aus einem grossen Bogen weissen Papiers und aus schwarzem Sammt besteht, und fixire anhaltend einen markirten Punkt der Grenzlinie beider. Je länger man hinblickt, desto deutlicher sieht man das ursprünglich tiefe Schwarz in Grau übergehen, während gleichzeitig eine Abnahme der Helligkeit des Weissen, doch minder deutlich, zu bemerken ist. Der Helligkeitszuwachs der schwarzen Fläche ist am grössten in unmittelbarer Nähe der Grenzlinie und nimmt mit der Entfernung von dieser anfangs ziemlich rasch, im weiteren Verlaufe des Versuches aber langsamer ab und breitet sich schliesslich immer deutlicher über die ganze schwarze Fläche aus.

Da es schwer ist, den Fixationspunkt längere Zeit ganz festzuhalten, so bemerkt man häufig ein plötzliches helles Aufleuchten des Randes der weissen Fläche oder man sieht um-

gekehrt am Rande der schwarzen Fläche plötzlich einen tiefdunklen Streifen; dies sind die bekannten Erscheinungen des successiven Contrastes. Sieht man am Rande der weissen Fläche den lichteren Saum, so erscheint die übrige weisse Fläche, besonders in nächster Nähe dieses Saumes, grauer als zuvor; sieht man den tiefschwarzen Saum an der schwarzen Hälfte, so erscheint die übrige schwarze Fläche, u. z. besonders in unmittelbarer Nähe des Saumes noch heller.

An jedem Stückchen schwarzen Papiers, welches man auf eine helle, weisse Fläche legt, macht man ganz analoge Beobachtungen.

Da bei solchen Versuchen überall da, wo helle und dunkle Flächen zusammenstossen, bei lange dauernder Fixation die dunklen Theile sich mehr und mehr mit Licht überziehen, so will ich im Anschlusse an die gebräuchlichen Bezeichnungen diese Erscheinung als simultane Lichtinduction benennen.

§. 16.

Die simultane Lichtinduction lässt sich nicht als blosse Ermüdungserscheinung auffassen.

Die halb physiologische, halb psychologische Erklärung, welche die spiritualistische Theorie von der beschriebenen Erscheinung gibt, ist folgende:

Infolge der zunehmenden Ermüdung, welcher die vom Weissen beleuchtete Netzhauthälfte unterworfen ist, erscheint dieses Weiss zunehmend lichtschwächer oder grauer. Dem entsprechend wird die Contrastwirkung zwischen diesem Weiss und dem Schwarz immer schwächer und nimmt letzteres scheinbar an Helligkeit zu. Dieser Schein wird noch dadurch begünstigt, dass es nicht möglich ist, ganz fest zu fixiren. Denn infolge der unwillkührlichen Blickschwankungen schiebt sich abwechselnd bald ein schmaler Streif des Weissen auf die Netzhauthälfte, die zuvor Schwarz sah und daher relativ ausgeruht ist, bald ein schmaler Streif des Schwarzen auf die zuvor durch das Weiss ermüdete Netzhauthälfte. Im ersten Falle sieht man den entsprechenden Streifen des Weissen wieder in der ursprünglichen Helligkeit, und dagegen erscheint das übrige Weiss

im Contraste noch grauer; im andern Falle sieht man den Streifen des Schwarzen viel dunkler als das übrige Schwarz, weil es jetzt auf einen stark ermüdeten Netzhauttheil fällt, und im Contraste hierzu erscheint uns die übrige schwarze Fläche noch heller, am meisten in unmittelbarer Nähe des tief dunklen Saumes.

Diese Erklärung legt also ein besonderes Gewicht auf das, was ich nur als nebensächlich erwähnt habe, nämlich auf das durch Blickschwankungen erzeugte Erscheinen eines hellweissen oder tiefschwarzen Saumes, und sie muss dies thun, weil sie nur hieraus erklären kann, warum das Schwarze gerade in unmittelbarer Nähe des Weissen am hellsten erscheint, obgleich man vermuthen sollte, dass es hier in Folge des Contrastes am allerdunkelsten erscheinen müsste.

Einem, der längere Zeit gut fixiren kann, wird in der That das zeitweilige Auftreten des tiefschwarzen oder hellweissen Saumes nur den Eindruck des Nebensächlichen machen, weil es eben eine immer rasch vorübergehende Erscheinung ist, während das oben als das Wesentliche bezeichnete dauernd sichtbar ist. Ferner lässt sich durchaus nicht bestätigen, dass das Weiss des bisweilen auftretenden hellen Streifens nur so hell sein soll, wie anfangs die ganze weisse Fläche, vielmehr erscheint es viel heller; und andererseits sieht man den tiefschwarzen Saum, wenn er einmal auftritt, keineswegs dunkler als die schwarze Fläche im Anfange, sondern nur etwa ebenso schwarz. Aber auf das, was man wirklich sieht, kommt im Grunde genommen bei den spiritualistischen Erklärungen überhaupt nicht viel an, sondern auf das, was man unbewusst dabei denkt; und man wird also sagen, dass wir uns nur infolge eines falschen Urtheils den hellen Saum heller als das ursprüngliche Weiss, und den dunklen nur ebenso schwarz wie das ursprüngliche Schwarz vorstellen.

Ich will nun hier nicht weiter auf eine kritische Analyse der psychologischen Erklärung eingehen, weil der Leser das, was ich zu sagen hätte, schon aus meinen früheren Mittheilungen errathen kann, sondern ich will sogleich an die experimentelle Widerlegung jener Erklärung gehen.

Man klebe auf eine weisse, hellbeleuchtete und weit ausgebreitete Fläche einen etwa 1cm breiten Streifen von mattschwarzem Papier oder Sammt und auf den Mittelpunkt des Streifens ein sehr kleines Schnitzel weissen Papiers, welches als Fixationspunkt zu dienen hat. Nachdem man diesen Punkt ½—1 Minute lang fixirt hat, mindere man rasch die Beleuchtung (durch Herabdrehen des Lampendochtes, Zudrehen des Gashahnes oder Verkleinerung der Oeffnung, durch welche das Licht ins Dunkelzimmer fällt). Hierbei bemerkt man deutlich, wie der schwarze Streifen rasch heller, der weisse Grund rasch dunkler wird, und sobald die Beleuchtung hinreichend gemindert ist, erscheint der schwarze Streifen heller als der weisse Grund.

Wenn man diese auffallende Erscheinung lediglich aus der Ermüdung erklären will, muss man annehmen, dass hier die Ermüdung durch das anfangs helle Weiss des Grundes so bedeutend geworden sei, dass nunmehr das lichtschwächer gemachte Weiss eine schwächere Lichtempfindung auslöst als der schwarze Streifen, welcher, besonders bei der abgeschwächten Beleuchtung, nur Licht von verschwindend kleiner Intensität aussendet; dies heisst also mit anderen Worten, dass die vorher von Weiss beleuchteten Netzhauttheile derart gelähmt sind, dass ein mässiger Lichtreiz nicht einmal mehr im Stande ist, eine Empfindung auszulösen, welche der Empfindung des Eigenlichtes auf dem nicht ermüdeten Netzhauttheile gleichkommt.

Mit diesem unvermeidlichen Zugeständniss wäre wenigstens die Erkenntniss gewonnen, dass das Eigenlicht der Netzhaut unter passenden Umständen eine Helligkeit zeigt, welche grösser ist, als die Helligkeit eines, von einer zuvor ermüdeten Netzhautstelle empfundenen schwachen objectiven Lichtes.

Zur Erläuterung dieses wichtigen Satzes will ich hier noch einen Versuch einschalten.

Man stelle sich ein Gesichtsfeld her, welches z. B. zur rechten Hälfte hellweiss, zur linken tiefschwarz ist und fixire einen hervorstechend markirten Punkt der Grenzlinie ½—1 Minute lang. Sodann lasse man rasch das Gesichtsfeld um 90° um den Fixationspunkt drehen, so dass nunmehr die weisse Hälfte nach unten zu liegen kommt. Sehr bald zeigt sich dann die Wirkung des successiven Contrastes: das linke untere Viertel des Gesichtsfeldes erscheint am hellsten, das rechte obere am dunkelsten oder

vielmehr schwarz, die beiden andern sind heller als das letztere, dunkler als das erstere.

Gesetzten Falls nun, das rechte untere Viertel erschiene, wie das meistens der Fall ist, heller als das linke obere, so braucht man nur die Beleuchtung fortschreitend zu mindern, um sehr bald zu erreichen, dass das linke obere Viertel entschieden heller wird, als das rechte untere. Auf ersterem aber erscheint nur das Eigenlicht des nicht ermüdeten Netzhautviertels, auf dem rechten untern Viertel dagegen das schwache objective, aber von einem ermüdeten Netzhautviertel empfundene Licht. Jenes Eigenlicht erweist sich also stärker als das schwache objective Licht.

Auch hier, wie bei allen derartigen Versuchen, bemerkt man, dass die Erscheinung verschiedene Phasen durchmacht, und dass dasjenige, was ich soeben beschrieben habe, nur in einer bestimmten, aber mehrmals wiederkehrenden Phase am deutlichsten ist.

Wir kommen jetzt zurück auf unsern Versuch mit dem schwarzen Streifen auf weissem Grunde. Derselbe erschien nach längerer Fixation heller als der weisse Grund, wenn wir die Beleuchtung bis zu einem gewissen Grade vermindert hatten. Um nun zu wissen, ob diese seine relativ grosse Helligkeit auf einer Lichtinduction beruht, oder, wie die psychologische Erklärung will, nur darauf, dass die übrige Netzhaut infolge grosser Ermüdung das schwache weisse Licht noch schwächer empfindet als der nicht ermüdete Netzhautstreifen die sogenannten inneren Reize [1], müssen wir das Eigenlicht dieses Streifens vergleichen mit dem Eigenlichte einer andern ebenfalls nicht ermüdeten Netzhautstelle, deren Nachbarschaft aber nicht stark beleuchtet und also einer etwaigen Lichtinduction weniger oder gar nicht ausgesetzt war.

Zu diesem Zwecke kann beispielsweise folgende Abänderung des Versuches dienen.

Wir kleben den 1^{cm} breiten, schwarzen Streifen auf einen grösseren weissen Streifen, welcher ihn nach allen Seiten um etwa 2^{cm} überragt, und legen dann diesen weissen Streifen auf einen weit ausgebreiteten schwarzen Grund. Oder wir schneiden

[1] Beziehentlich ausserdem das Minimum von objectivem Licht, welches von dem schwarzen Streifen bei so schwacher Beleuchtung ausgeht.

aus der Mitte eines 5cm breiten und 7cm langen weissen Streifens einen Streifen von 1cm Höhe und 3cm Länge aus und legen ersteren auf den schwarzen Grund. Beidenfalls markiren wir uns durch ein sehr kleines weisses Papierschnitzel die Mitte des schwarzen Streifens und fixiren dieselbe $^1/_2$—1 Minute lang. Dann mindern wir die Beleuchtung und kommen dadurch bald dahin, wo der schwarze Streifen heller erscheint als der schwarze Grund, obwohl beide objectiv gleich dunkel und die ihnen entsprechenden Netzhautstellen also, wie man sagt, gleich wenig ermüdet sind.

Die viel grössere Helligkeit des schwarzen Streifens im Vergleich zu der des schwarzen Grundes tritt besonders schlagend hervor, wenn man zum Vergleiche nicht die Theile des Grundes wählt, welche unmittelbar an das Weisse grenzen, denn diese Theile waren ja auch der simultanen Lichtinduction unterworfen, sondern die entferntern Theile.

Da der Versuch ziemlich grosse Uebung im festen Fixiren fordert, so wird Mancher durch das Aufblitzen der hellen Säume des Weissen gestört werden. Ein Solcher kann sich dann dadurch helfen, dass er die Beleuchtung auf Null herabsetzt oder die Augen ganz schliesst. Denn im Grunde bleibt der Versuch auch dann noch ebenso beweisend, obgleich es sich dann gar nicht mehr um die simultane, sondern um die successive Lichtinduction handelt, welche ich in meiner ersten Mittheilung besprochen habe. Ohnediess wird ja der Leser schon erkannt haben, dass die successive Lichtinduction nichts weiter ist, als die deutlicher hervortretende Fortsetzung der simultanen.

Die letztbeschriebene Abänderung des Versuchs, wobei man also nur noch das negative Nachbild vor sich hat, ist nun desshalb besonders beweisend, weil dabei das Nachbild nach einiger Zeit in eine Phase tritt, bei welcher man nichts mehr sieht, als nur das hellleuchtende Nachbild des schmalen, schwarzen Streifens auf einem gleichmässig dunklen Grunde, während man nach der Ermüdungstheorie vielmehr entweder das dunkle Nachbild des

weissen, in der Mitte ausgeschnittenen Streifens auf gleichmässig hellerem Grunde oder aber gar nichts sehen müsste.

Die Vertreter der Ermüdungstheorie dürfen nicht einwenden, dass die oben beschriebene Erscheinung aus einer verschiedenen Ermüdbarkeit der centralen und der peripheren Netzhaut zu erklären sei, denn dass hierin nicht der wesentliche Grund der Erscheinung liegt, geht aus dem in §. 6 meiner ersten Mittheilung beschriebenen Versuche hervor. Man fixire den Punkt *a* des in Fig. 1 verkleinert dargestellten Gesichtsfeldes ½—1 Minute lang, schliesse und verdecke dann die Augen, und man wird finden, dass das Nachbild des schwarzen Querstreifens viel heller erscheint, als der symmetrisch gelegene Theil des Grundes auf der andern Sehfeldhälfte, und auch hier wird man Phasen erhalten, wo der Unterschied zwischen rechter und linker Sehfeldhälfte ganz undeutlich wird, während das Nachbild des Querstreifens allein hell auf dunklerem Grunde erscheint. Oder man fixire die Grenzlinie eines zur Hälfte schwarzen, zur andern weissen Gesichtsfeldes, während auf letzterer noch ein schwarzer Streifen parallel zur Grenzlinie und nicht weit von ihr gelegen ist, und man wird im negativen Nachbilde des geschlossenen Auges ganz Analoges, wie bei den andern Versuchen, beobachten.

Die beschriebenen Versuche haben gelehrt, dass dunkle Felder auf hellem Grunde bei längerer Fixation desshalb immer heller werden, weil von der umgebenden hellen Fläche Licht auf sie inducirt wird, welches immer deutlicher hervortritt, je mehr man die objective Beleuchtung mindert. Denn dieses Hellerwerden trat nur an denjenigen objectiv dunklen Stellen besonders deutlich hervor, welche an objectiv helle Flächen angrenzten oder von solchen umgeben waren, während doch die Ermüdung auf allen dunklen Theilen der Netzhaut gleichmässig ausgeschlossen blieb: Beweis, dass das simultane inducirte Licht wirklich auf einer veränderten Erregung und Empfindung, nicht aber auf einer durch unbewusste Schlüsse hervorgerufenen falschen Vorstellung beruht.

§. 17.

Vom Zusammenhange zwischen dem simultanen Contraste, der simultanen und der successiven Lichtinduction.

Die Veränderung, welche die Erscheinungen der simultanen Lichtinduction zeigten, wenn die objective Beleuchtung gemindert wurde, lehrte uns schon, dass die simultane Lichtinduction ohne scharfe Grenze in die successive übergehen kann, und es wurde dadurch anschaulich gemacht, wie beide Erscheinungen im Grunde identisch sind. Daher müssen die innigen Beziehungen, welche, wie ich in §. 12 meiner zweiten Mittheilung hervorhob, zwischen successiver Lichtinduction und simultanem Contraste bestehen, auch zwischen diesem und der simultanen Lichtinduction vorhanden sein, was denn auch bei den vorhin beschriebenen Versuchen ganz deutlich hervortritt. Der Zusammenhang aller drei Vorgänge ist nämlich dieser: Im Beginne der fixirenden Betrachtung einer Grenzlinie zwischen Hellem und Dunklem erscheint das Dunkle, besonders in unmittelbarer Nähe des Hellen, noch dunkler, als es bei Abwesenheit des Hellen erscheinen würde — simultaner Contrast —; setzen wir aber die Fixation längere Zeit fort, so nimmt die anfängliche Verdunklung wieder mehr und mehr ab und geht allmälig in eine Erhellung über, die abermals in unmittelbarer Nähe der Grenzlinie am deutlichsten ist — simultane Lichtinduction —; diese Erhellung endlich bleibt noch längere Zeit sichtbar, auch wenn wir das objectiv Helle als die veranlassende Ursache entfernen oder die Helligkeit desselben stark herabsetzen oder das Auge schliessen — successive Lichtinduction. — Mit andern Worten, der simultane Contrast schlägt bei fortgesetzter Fixation allmälig in sein Gegentheil um, und diese sozusagen negative Phase des Simultancontrastes dauert auch nach Abschwächung oder Entfernung des objectiv Hellen noch eine gewisse Zeit hindurch fort.

Dies ist in den gröbsten Umrissen der Zusammenhang zwischen den bis jetzt geschilderten drei Vorgängen, welche, wie

ich zeigte, alle drei und jeder für sich beweisen, dass die Erregung und Empfindung einer Netzhautstelle nicht blos von der eignen, sondern auch von der Beleuchtung der übrigen Netzhaut abhängt.

Über successiven Lichtcontrast.

§. 18.

Die Erklärung des successiven Contrastes aus der Ermüdung ist unzureichend.

Hat man einen Streifen weissen Papiers auf schwarzem Grunde eine Zeit lang fixirt und entfernt dann rasch den Streifen, so erscheint im Allgemeinen die entsprechende Stelle des Grundes dunkler als zuvor. Die übliche Erklärung hiefür ist bekanntlich folgende: Die vom Lichte des weissen Streifens beleuchtete Netzhautstelle wird stärker ermüdet, als die übrige Netzhaut, und empfindet darum nach Entfernung des Streifens das schwache Licht des schwarzen Grundes noch schwächer, als die übrige Netzhaut.

Die nähere Beobachtung des ganzen Verlaufes eines solchen Nachbildes lehrt jedoch, dass diese Erklärung durchaus nicht zureichend ist.

Erstens nämlich nimmt das negative Nachbild keineswegs stetig an Deutlichkeit ab, sondern schwindet zwar allmälig und verschwindet endlich ganz, aber nur um nach einiger Zeit und ohne jeden äussern Anlass wieder hervorzutreten, verschwindet abermals und kehrt nochmals wieder etc.; und zwar ist der zeitliche Ablauf aller dieser Phasen des Nachbildes kein regelloser, sondern folgt bestimmten Gesetzen. Zweitens kommt es vor, dass das negative Nachbild in gewissen Phasen eigentlich gar nicht dunkler erscheint als der Grund, sondern nur dunkler als die nächst umgebenden Theile des Grundes: alles Thatsachen, welche leicht zu bestätigen sind und sich aus der Ermüdung nicht nur nicht erklären lassen, sondern sogar gegen die Annahme sprechen, dass es sich hier um eine blosse Ermüdungserscheinung handle.

Legt man auf einen hellen weissen Grund einen tief dunklen Streifen und fixirt letzteren anhaltend, so sieht man nach Entfernung desselben die entsprechende Stelle des Grundes bedeutend heller, und auch dieses Nachbild nimmt nicht stetig an Helligkeit ab, sondern erscheint nach dem erstmaligen Verschwinden ein- oder mehrmals wieder, ehe es endgiltig verklingt.

Blinzeln, Bewegungen des Auges etc. stören einigermassen den gesetzmässigen Verlauf der Nachbilderscheinungen und sind desshalb möglichst zu vermeiden. Dass aber das periodische Vorschwinden und Wiedererscheinen der Nachbilder nicht lediglich durch derartige zufällige Störungen bedingt ist, erkennt man schon, wenn man solche Versuche öfter anstellt, und insbesondere wird es durch längere Versuchsreihen erwiesen, weil dabei die Zufälligkeiten immer mehr hinter der Gesetzmässigkeit zurücktreten. Ich muss mich also mit Aubert gegen Helmholtz erklären, welcher das periodische Verschwinden der Nachbilder lediglich auf Zufälligkeiten zurückführen will.

Ganz unverträglich mit der Ermüdungshypothese ist ferner die Thatsache, dass selbst sehr deutliche negative Nachbilder in deutliche positive übergehen können. Fixire ich z. B. eine Gasflamme etwa 20" lang und blicke dann auf ein hell beleuchtetes weisses Papier, so entwickelt sich mir zuerst ein, abgesehen von der sonstigen Färbung, fast schwärzlich zu nennendes negatives Nachbild, welches aber nach einiger Zeit in ein deutlich positives übergeht, um nachher wieder negativ zu werden. Hier habe ich also die betreffende Netzhautstelle sehr stark „ermüdet", und dennoch empfindet sie nach einiger Zeit das helle Weiss des Papiers noch heller, als die nicht durch das Flammenbild ermüdete Netzhaut.

Je schwächer der Grund leuchtet, auf welchem man ein negatives Nachbild sich entwickeln lässt, desto leichter wird es vorübergehend positiv; am leichtesten natürlich bei verschlossenen und verdunkelten Augen. Absichtlich aber habe ich den ungünstigsten Fall angeführt, bei welchem das Nachbild auf einer hellen weissen Fläche positiv werden muss. Auch diese vorübergehende Umwandlung negativer Nachbilder in positive folgt bestimmten Gesetzen und ist keineswegs auf zufällige mechanische oder psychische Einflüsse zurückzuführen.

Indessen will ich gern zugeben, dass sich die Ermüdungshypothese gegenüber diesen Einwendungen durch allerlei Hülfshypothesen helfen könnte, und es sollen diese Einwendungen hier zunächst nur lehren, dass jene Hypothese nur diejenigen Phasen der Nachbilder berücksichtigt, welche eben zu ihr passen, die andern aber, welche an sich genau ebenso wichtig sind, ganz und gar unerklärt lässt.

Aber wenn es auch alle diese noch unerklärten Phasen nicht gäbe, schon allein die Helligkeitsverhältnisse gerade derjenigen Phasen, auf welche sich die Ermüdungshypothese ausschliesslich stützt, würden eindringlich genug gegen dieselbe zeugen.

Man betrachte eine weit ausgedehnte, weisse und hell beleuchtete Fläche 20 bis 30" lang und suche sich Rechenschaft zu geben von der Helligkeitsabnahme, welche die Fläche während dieser Betrachtung erleidet. Dann nehme man einen schmalen, weissen Streifen von derselben Helligkeit wie jene Fläche, lege ihn auf einen dunklen Grund, und nachdem man mehrere Minuten die Augen ausruhen liess, fixire man einen Punkt des Streifens ebenso lange wie zuvor die weisse Fläche. Hierauf blicke man wieder auf die letztere, und man wird einen dunkelgrauen Streifen sehen, dessen scheinbare Helligkeit viel geringer ist, als die scheinbare Helligkeit der weissen Fläche nach 30" langer Betrachtung war. Man mache den Versuch in umgekehrter Reihenfolge, und man wird wieder dasselbe Ergebniss haben.

Jeder Unbefangene wird nach diesen Versuchen erstaunt sein zu hören, dass dem Weiss, welches er auf der hellen Fläche nach 30" langer Betrachtung sieht, genau dieselbe Empfindung zu Grunde liege, wie dem Dunkelgrau, welches ihm in dem Nachbilde des 30" lang betrachteten hellen Streifens auf der hellen Fläche erscheint, und dass nur seine unbewussten falschen Schlüsse der Grund sind, dass er sich beide, an sich gleiche Empfindungen so verschieden vorstellt.

Nach der spiritualistischen Theorie nämlich sollen wir die bei anhaltender Fixation einer weissen Fläche eintretende Abnahme der Helligkeitsempfindung nur deshalb nicht in ihrem

vollen Masse wahrnehmen, weil wir die ursprüngliche Helligkeitsempfindung nicht zum Vergleiche daneben haben. Wenn wir dagegen das negative Nachbild des weissen Streifens auf der weissen Fläche sehen, so kann die Empfindung der ermüdeten Netzhautpartie mit derjenigen der unermüdeten unmittelbar verglichen werden, und deshalb soll uns nun der grosse Unterschied beider Empfindungen erst zum Bewusstsein kommen.

Mit demselben Rechte, mit welchem die spiritualistische Theorie alle successiven Contrasterscheinungen oder negativen Nachbilder einzig und allein aus der Ermüdung für Weiss erklärt — soweit es sich nicht um Farben im engern Sinne handelt —, könnte man dieselben Erscheinungen auch aus der Ermüdung für Schwarz erklären.

Wie nämlich eine weisse Fläche bei längerer Betrachtung immer dunkler erscheint, so erscheint eine schwarze Fläche dabei immer heller. Wenn nun Einer annehmen wollte, die Empfindung des Hellen oder Weissen beruhe nicht auf einer im Vergleich zum Ruhezustand der Netzhaut gesteigerten Erregung derselben, sondern darauf, dass die Empfindung des Dunklen oder Schwarzen, durch welche sich das innere Leben (der Stoffwechsel oder wie man will) der Netzhaut manifestire, durch das äussere Licht mehr oder minder gehemmt werde, welche Hemmung man eben als gemindertes Dunkel, d. h. als Helligkeit empfinde: so würde er unter Beihülfe der unbewussten falschen Urtheile und Schlüsse alle Erscheinungen des successiven Contrastes ebensogut erklären können, wie dies jetzt aus der angenommenen Ermüdung für Weiss geschieht. Und wenn gar Einer käme und sagte, das „Sensorium“ ermüde für die von der Netzhaut her erweckte Empfindung des Dunklen ebenso leicht, als für die von ebendaher erweckte Empfindung des Hellen, so würde er noch leichteres Spiel und gar nicht nöthig haben, so künstliche Hülfshypothesen zu machen, wie sie jetzt gemacht werden müssen.

§. 19.

Vom Antheile der successiven Lichtinduction an den Erscheinungen des successiven Contrastes.

Wer häufig Nachbilder im geschlossenen Auge beobachtet hat, wird wissen, dass in Fällen, wo ein deutliches negatives Nachbild eines gut fixirten, hellen Objectes auf dunklem Grunde eigentlich gar nicht zur Entwicklung kommt, doch die Umrisse des hellen Objectes häufig im verdunkelten Gesichtsfelde des geschlossenen Auges wieder zu erkennen sind an mehr oder minder breiten, nach der einen Seite scharf absetzenden, nach der andern verwaschenen Streifen, welche sich vom dunklen Grunde durch etwas grössere Helligkeit unterscheiden lassen. Hat man z. B. die Grenzlinie eines zur linken Hälfte dunklern, zur rechten Hälfte hellern Gesichtsfeldes wenige Sekunden lang bei schwacher Beleuchtung fixirt und schliesst dann die Augen, so beschränkt sich öfters das negative Nachbild im geschlossenen Auge lediglich auf einen senkrecht durch das Gesichtsfeld gehenden Nebelstreif, welcher nach rechts scharf abgeschnitten ist, nach links hin verschwimmt, während der Grund allenthalben gleich dunkel erscheint. Oft stellt sich das negative Nachbild wenigstens im Beginne seiner Entwicklung in dieser Weise dar, und erst nachher bemerkt man eine stärkere Verdunklung der rechten Gesichtsfeldhälfte, beginnend von dem Streifen und sich weiter und weiter nach rechts verbreitend, während die linke Hälfte ebenfalls vom Streifen her allmälig heller wird.

Der Leser, welcher meine früheren Mittheilungen kennt, weiss bereits, dass dieser nebelhafte, die Grenze des negativen Nachbildes der weissen Fläche markirende Streifen die Folge einer unter den angeführten Bedingungen nur schwachen Lichtinduction und also die erste Andeutung jenes „Lichthofes“ ist, welcher immer das negative Nachbild eines hellen, auf dunklem Grunde betrachteten Objectes im Sehfelde des geschlossenen Auges umgibt.

Nicht die grössere Dunkelheit der zuvor stärker erregten (ermüdeten) Netzhautstellen ist es also, durch die sich das negative Nachbild in solchen Fällen zuerst verräth, sondern der

durch die Induction erzeugte Lichthof: das inducirte Licht zeichnet hier zuerst und bisweilen allein die Umrisse des betrachteten hellen Objectes auf dem sonst gleichmässig dunklen Sehfelde des geschlossenen Auges ab.

Hieraus geht, auch wenn wir von der successiven Lichtinduction weiter gar nichts wüssten, die hohe Bedeutung derselben für die Entwicklung der negativen Nachbilder hervor.

In der That, mit grösserem Rechte, als die jetzige Theorie alle negativen Nachbilder aus der Ermüdung ableitet, liessen sie sich aus der successiven Lichtinduction erklären, wenn man sich dazu verstehen wollte, die unbewussten Schlüsse zu Hilfe zu nehmen.

Man lege auf einen weit ausgebreiteten, schwarzen Grund zwei grosse, weisse Blätter so, dass sie vom schwarzen Grunde nur einen Streifen von 1^{cm} Breite frei lassen. Dann mache man auf der Mitte dieses Streifens eine kleine, weisse Marke und fixire dieselbe einige Zeit. Wenn man dann rasch die beiden weissen Blätter wegnimmt oder besser wegnehmen lässt, so erscheint auf dem nun schwarzen Grunde das negative Nachbild, welches im inducirten Lichte leuchtet. Je länger die Fixation des Vorbildes währte, desto heller ist im Allgemeinen das Nachbild.

Aus der Ermüdungshypothese erklärt sich dieses manchmal geradezu leuchtende Nachbild nur höchst gezwungener Weise unter Beihülfe der spiritualistischen Contrastlehre. Der Unbefangene wird die Erklärung aus der Lichtinduction viel entsprechender finden, denn er wird nur ungern glauben, dass das helle Nachbild, welches er sieht, eigentlich noch dieselbe Empfindung, dasselbe Schwarz ist, welches er gleich beim ersten Blick auf dem schwarzen Streifen sah.

Nun mache man den entgegengesetzten Versuch: man lege grosse schwarze Blätter in der oben beschriebenen Art auf einen weissen Grund und fixire anhaltend den weissen Streifen. Dann entferne man rasch die schwarzen Blätter und man wird das negative Nachbild sehen als dunkleren Streifen auf hellem Grunde. Je länger die Betrachtung des Vorbildes, desto dunkler dieses Nachbild.

Wollte man auch dieses Nachbild lediglich aus der successiven Lichtinduction erklären, so müsste man sagen, der helle Streifen im Vorbilde habe Licht auf die zuvor dunklen Theile der Netzhaut inducirt, welches inducirte Licht sich nach Entfernung der schwarzen Blätter zu dem nun sichtbar werdenden objectiven Lichte gleichsam hinzuaddire, daher die früher dunklen Theile des Gesichtsfeldes jetzt heller erscheinen müssen, als der Streifen. Dieser selbst werde eigentlich nicht dunkler empfunden, als zu Anfang der Betrachtung, sondern erscheine uns nur so im Contraste gegen die hellere Umgebung.

Aber der Unbefangene müsste jetzt diese Erklärung des dunklern negativen Nachbildes aus der blossen Lichtinduction ebenso unannehmbar finden, als vorhin die Erklärung des hellern negativen Nachbildes aus der Ermüdung, und zwar auch wieder deshalb, weil der Augenschein so stark dagegen spricht. Denn jenes dunklere Nachbild erscheint eben grau oder sogar dunkelgrau, nicht aber weiss, und es ist schwer, Jemandem einreden zu wollen, dass das, was er dunkelgrau sieht, eigentlich ebenso weiss von ihm empfunden wird, wie anfangs der weisse Streifen zwischen den schwarzen Blättern. Gern glaubt jeder, dass sein Auge ihn über die wirkliche Helligkeit des Streifens täuschen könne und dass wirklich der weisse Grund auch an Stelle des Nachbildes nicht dunkler ist, als anderswo, aber dass sein Urtheil, und noch dazu ein „unbewusstes", ihn so über seine Empfindung täuschen könne, das glaubt er nicht so leicht.

Ich würde in der That denselben Fehler begehen, welchen ich vorhin der jetzt geltenden Theorie vorwarf, wenn ich, nachdem ich das thatsächliche Vorhandensein der successiven Lichtinduction erwiesen habe, nun alle Erscheinungen des successiven Contrastes daraus erklären wollte; es galt aber, hier nochmals darzuthun, wie leicht alle Räthsel der Empfindung zu lösen sind, wenn man sich je nach Bedarf spiritualistischer Ausflüchte bedient.

Dass eine Netzhautstelle, auf welche äusseres Licht eingewirkt hat, im Allgemeinen eine schwächere sogenannte Erregbarkeit für dieses selbe Licht hat, als eine zuvor nicht von

diesem Licht getroffene Stelle, dies will ich durchaus nicht bestreiten, sondern werde später diese Veränderung der Erregbarkeit ausführlich zu erörtern haben. Dagegen aber darf nun auch auf Grund dieser Mittheilungen verlangt werden, dass die successive Lichtinduction und ihre sehr wesentliche Mitwirkung bei den Erscheinungen des successiven Contrastes anerkannt werde.

§. 20.

Schlussbemerkungen.

Durch die vorliegende und die beiden früheren Mittheilungen hoffe ich im Leser wenigstens so viel Zweifel an der Richtigkeit der jetzt herrschenden Theorie der Gesichtsempfindungen erweckt zu haben, als nöthig ist, um für eine neue Theorie zugänglich zu werden.

Ich hätte, wenn ich nicht Furcht vor der Ermüdung des Lesers gehabt hätte, von den zahlreichen Thatsachen, welche mit jener Theorie nicht in Einklang zu bringen sind, noch so manche anführen und insbesondere die Erscheinungen der Induction und des Contrastes auch noch an den Farbenempfindungen erläutern können. Aber ich halte es für zweckmässiger, nunmehr sogleich die Grundzüge meiner Theorie selbst darzulegen und dann aus derselben nach und nach die Thatsachen gruppenweise zu entwickeln. Was die Farben (im engern Sinne) betrifft, so sei hier nur soviel bemerkt, dass die Erscheinungen der Induction und des Contrastes sich ebenso wie zwischen Schwarz und Weiss oder Dunkel und Hell, auch zwischen Blau und Gelb und zwischen Grün und Roth erzeugen lassen, sodass man im Allgemeinen alle in diesen Mittheilungen angegebenen Versuche ins Farbige übersetzen kann, wenn man festhält, dass sich Schwarz zu Weiss verhält wie Blau zu Gelb und wie Grün zu Roth.

Über Reflexe auf die Athmung bei Zufuhr einiger flüchtiger Substanzen zu den unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwegen.

Von Dr. **Philipp Knoll,**
a. o. Professor in Prag

(Mit 4 Tafeln.)

(Aus dem physiologischen Institute zu Prag.)

Die Widersprüche, welche früher hinsichtlich der Art des reflectorischen Einflusses des Nervus vagus auf die Athembewegung bestanden, fanden bekanntlich ihre Lösung durch die von Hering und Breuer gemachte Beobachtung, dass die pulmonalen Vagusenden bald in- bald exspiratorisch wirken.[1]

Die Thatsache, dass der jeweilige Ausdehnungszustand der Lunge allein genügt, den Vagus derart zu erregen, dass er eine inspiratorische oder beziehungsweise exspiratorische Wirkung auf reflectorischem Wege erzielt, liess erwarten, dass durch verschiedene andere natürliche Reize von den pulmonalen Vagus-Enden aus ähnliche Wirkungen hervorzurufen sind.

Diese Erwartung war um so berechtigter, als bereits eine Mittheilung von Bernt[2] über eine reflectorisch durch den Vagus vermittelte Abänderung der Athembewegung bei Zufuhr reiner Kohlensäure zu den Lungen vorliegt.

Das Interesse, welches dieser Gegenstand sowohl von rein theoretischem Standpunkte aus, wegen seiner Beziehungen zur

---

[1] Die Selbststeuerung der Athmung durch den Nervus vagus. Sitzungsberichte der Wiener Akademie, LVII Band, II. Abtheilung.

[2] Over den invloed van verschillende gassen op de adembeweging. Onderzoekingen gedaan in heet physiolog. laborat. der Utrechtsche hoogeschool. Tweede reeks. III. 1870.

Theorie der Respirationsbewegungen, als von dem praktischen Gesichtspunkte aus bietet, die Wirkung verschiedener Substanzen, welche öfter dem Organismus mit der Respirationsluft zugeführt werden, näher zu analysiren, veranlassten mich zu einer Untersuchungsreihe, über deren einen Theil die vorliegenden Blätter berichten sollen.

Die Empfindlichkeit, mit welcher die Nasenschleimhaut auf Chloroform, Äther und andere flüchtige Substanzen reagirt, wie dies seit Kratschmer's[1] Untersuchungen bekannt ist, legte es nahe, vor allem diese Substanzen als Reizmittel für die Schleimhaut der übrigen Luftwege zu versuchen. Die Abänderungen, welche die Athembewegung durch Einwirkung dieser Reize auf die Nasenschleimhaut erfährt, liessen aber gleichzeitig den Ausschluss eines von der Nasenschleimhaut ausgelösten Reflexes als erstes Erforderniss der betreffenden Versuche erscheinen.

Um diesem Erforderniss gerecht zu werden, wurde die nachfolgend beschriebene Versuchsanordnung gewählt.

Zur Verzeichnung der Respiration des Versuchsthieres wurde ein nach Angabe des Herrn Prof. Hering in der Werkstätte des hiesigen physiologischen Institutes verfertigter Apparat benützt, der auf demselben Principe beruht wie eine von Marey[2] zur Verzeichnung der durch die Respiration bedingten Volumsschwankungen kleinerer Versuchsthiere benützte Vorrichtung.

Das Versuchsthier — Kaninchen — wurde in sitzender Stellung an den Boden eines rechteckigen auf hohen Füssen stehenden Blechkastens gefesselt.

Eine an den Rändern des Bodens laufende Rinne nahm die, mit der grösstentheils gläsernen Decke fest verbundenen Seitenwände des Kastens auf.

Der luftdichte Verschluss in jener Rinne wurde durch Talg hergestellt. Ein in die eine kurze Seitenwand eingepasstes Abzugsrohr wurde mit einem Marey'schen Cardiographen verbunden, ein zweites Abzugsrohr an der andern kurzen Seiten-

---

[1] Über Reflexe von der Nasenschleimhaut auf Athmung und Kreislauf. Berichte der Wiener Akademie. LXII. Band. II. Abtheilung.

[2] Du mouvement dans les fonctions de la vie. Paris 1868. p. 165.

wand war in der Regel geschlossen, wurde aber zeitweilig geöffnet, um die Spannung der in dem Kasten eingeschlossenen, durch die Wärmeabgabe von Seiten des Versuchsthieres allmälig höher temperirten Luft zu vermindern. In die Decke des Kastens war ein feintheiliger Thermometer eingefügt, um die Temperaturschwankungen im Innern des Kastens verfolgen zu können. Die Lunge des Versuchsthieres communicirte mit der athmosphärischen Luft durch eine den Boden des Respirationskastens durchbohrende Canüle, welche durch einen kurzen Kautschukschlauch mit der winklig gebogenen Trachealcanüle verbunden wurde.

Der luftdichte Verschluss an den Stellen, wo der Respirationskasten von den oben erwähnten Röhren und Instrumenten durchbohrt war, wurde durch Kautschukstöpsel hergestellt.

Die Vortheile dieser Methode, die Respiration zu verzeichnen, vor jenen Methoden, welche entweder nur die Bewegung einzelner Punkte des Thorax oder die Druckschwankungen im Innern des Thorax bei der Respiration wiedergeben, sind einleuchtend. Für die von mir projectirte Untersuchungsreihe kam noch der Vortheil hinzu, dass hierdurch ohne weitere besondere Vorkehrungen eine Erregung der Nerven der Nasenschleimhaut durch die verwendeten, mit der Einathmungsluft in die Trachea gelangenden Reizmittel vollständig ausgeschlossen wurde.

Die durch den Cardiographen geschriebenen Curven der Respirationsbewegungen, welche man mit diesem Apparate erhält, zeichnen sich durch Wiedergabe von ganz insufficienten, bei der Beobachtung des Versuchsthieres durch die gläserne Decke kaum mehr wahrnehmbaren Athembewegungen aus.

Ist der Cardiograph empfindlich genug, so werden bei vollständig erschlafftem Zwerchfell sogar die durch die Contractionen des Herzens bedingten Volumsschwankungen ganz deutlich verzeichnet.

In der Regel verhielten sich die Kaninchen während der ganzen Versuchsdauer vollständig ruhig, und die Respirationscurven zeigten, abgesehen von absichtlich herbeigeführten Abänderungen der Athembewegungen, eine grosse Regelmässigkeit.

Selten kam ein Thier vor, welches stärkere Anstrengungen machte, sich von seinen Fesseln zu befreien, und durch die hiemit verknüpften heftigen und ungleichmässigen Athembewegungen die Regelmässigkeit der im Ganzen dann meistens rasch und beträchtlich ansteigenden Curve störte. Doch handelte es sich auch in solchem Falle immer nur um kurz dauernde Unterbrechungen der übrigens regelmässigen, als Vergleichsbasis brauchbaren Curven.

Die Verzeichnung der Curven durch den Cardiographen geschah auf berusstem Papier, auf welchem gleichzeitig die Schläge eines Metronoms und Eintritt sowie Dauer einer Reizeinwirkung durch Electromagneten in der bekannten Weise notirt wurden.

Die Zufuhr der als Reizmittel verwendeten flüchtigen Substanzen erfolgte anfangs in der Weise, dass man kleine Glasgefässe mit diesen Substanzen an die den Boden des Respirationskastens durchbohrende Canüle brachte. Zum Vergleich liess man zeitweise aus gleich grossen, reinen, leeren Glasgefässen athmen.

Später wurde eine andere Versuchsanordnung gewählt, um während und ausserhalb der Zeit der Reizeinwirkung alle übrigen auf die Respiration Einfluss nehmenden Verhältnisse beständig ganz gleichmässig zu erhalten.

Das den Boden des Respirationskastens durchsetzende Rohr wurde dabei mit einer gabelig getheilten Canüle verbunden.

Die Gabelung der Canüle war an dem ungetheilten Canülenstücke durch einen Schieber leicht zu verrücken. Ein kleiner Ruck genügte, um bald das eine, bald das andere Rohr der Gabelung mit dem ungetheilten Canülenstücke communiciren oder dasselbe luftdicht abschliessen zu lassen. Die beiden Röhren der Gabelung wurden durch Kautschukschläuche von grossem Durchmesser mit zwei horizontal liegenden olivenförmigen, an beiden Enden mit weiten Mündungen versehenen Glasgefässen verbunden. In das eine dieser Glasgefässe wurde die als Reizmittel gebrauchte flüchtige Substanz gebracht, und die freie Mündung desselben, um die Erfüllung der Atmosphäre mit deren Dämpfen zu verhüten, durch einen gut schliessenden Korkpfropf so lange verschlossen, als das Versuchsthier durch das andere Glasgefäss athmete. Sollten nun die Dämpfe der betreffenden Flüssigkeit mit der atmosphärischen Luft ein-

geathmet werden, so wurde der Pfropfen gelüftet und der Schieber verstellt, und ohne jede Unterbrechung der Respiration war die Zufuhr des Reizmittels bewerkstelligt.

Die Resultate waren übrigens bei der einen wie bei der andern Art der Reizzufuhr dieselben.

Als Reizmittel wurden Chloroform, Äther, Benzin, Senföl und Ammoniak benützt. Ausserdem wurde noch eine grössere Anzahl von Versuchen über die Veränderung der Respiration bei Einathmung reiner Kohlensäure sowie eines Gemenges von Kohlensäure und atmosphärischer Luft angestellt.

Vor Mittheilung der Resultate sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die Nasenschleimhaut vor der Einwirkung des jeweiligen Reizmittels vollständig geschützt war.

I. Einathmung von Chloroform oder Ätherdämpfen ruft reflectorisch, unter Vermittelung des Vagus, Beschleunigung und Verflachung der Respirationsbewegungen bei tieferer Stellung des Zwerchfells hervor.

Athmet ein Kaninchen, dessen Vagi unversehrt sind, durch kurze Zeit (2—10 Sekunden) Chloroformdämpfe ein, so tritt eine beträchtliche, in der Regel schon beim zweiten der nach Beginn der Reizung gemachten Athemzüge wohl ausgeprägte, rasch anwachsende und bei neuerlicher Zufuhr reiner atmosphärischer Luft bald wieder abnehmende Beschleunigung der Respiration ein. Die Grösse der Beschleunigung ist eine nach der ursprünglichen Zahl der Athemzüge in der Zeiteinheit wechselnde, und nimmt ab, wenn die Zufuhr der Chloroformdämpfe öfter wiederholt wird, während die Respirationszahl überhaupt in diesem Falle sich allmälig etwas erhöht. In der Mehrzahl der Fälle steigt die Respirationszahl während der Chloroformathmung auf das Zwei- und Dreifache der ursprünglichen Grösse. (Tafel I, Fig. 1—6.)[1]

[1] Es sei gleich an dieser Stelle hervorgehoben, dass bei der von mir benützten Methode, die Respirationen zu verzeichnen, die Inspirationen auf die Erhebungen, die Exspirationen auf die Senkungen der einzelnen Athemwellen fallen.

Gleichzeitig mit der Beschleunigung tritt in der Regel, und zwar am deutlichsten bei den ersten Reizungen der Respirationsschleimhaut des Versuchsthieres durch die Chloroformdämpfe ein rasches und ziemlich beträchtliches Ansteigen der gesammten Respirationscurve ein, während die Höhe der einzelnen Respirationswellen bedeutend abnimmt, oft auf ein Sechstel der früheren Höhe zusammenschrumpft. Es treten also frequente flache Respirationen bei im Ganzen erweiterter Brusthöhle ein. (Tafel I, Figur 1 und 2.)

Manchmal erscheinen wohl die Thäler, nicht aber auch die Gipfel der stark verflachten Athemwellen in der Respirationscurve höher gerückt. (Tafel I, Figur 3, 4, 5.) Die Ausdehnung der Brusthöhle überschreitet in diesen Fällen also das gewöhnliche Maass nicht, aber die Schwankungen des Brustraumes bei der Respiration erscheinen der Inspirationsstellung wesentlich näher gerückt.

Nach öfter wiederholter Reizung war ferner einigemal weder eine erhebliche Erhöhung der Respirationscurve, noch eine bedeutendere Verflachung der Athemzüge zu bemerken, sondern beinahe lediglich eine beträchtliche Beschleunigung der Respiration. (Tafel IV, Fig 4.) Endlich muss ich erwähnen, dass ich dagegen wieder einigemal kurzdauernden Stillstand der Athembewegung in Inspirationsstellung, einen wahren Inspirationstetanus, bei der Chloroformzufuhr beobachtet habe. (Tafel I, Fig. 6.)

Das Absinken der Respirationscurve auf die ursprüngliche Höhe und eine neuerliche Vertiefung der Respirationswellen geht nahezu parallel mit der Abnahme der Beschleunigung. Wenige Sekunden nach neuerlicher Zufuhr reiner atmosphärischer Luft ist der Verlauf der Respirationscurve, abgesehen von einer zurückgebliebenen sehr geringen Beschleunigung der Respiration, derselbe wie vor der vorgenommenen Chloroformreizung.[1]

[1] Es könnte die Ansicht geltend gemacht werden, dass der beschriebene Curvenverlauf stets Ausdruck eines Inspirationstetanus sei, während dessen Bestehen in der Mehrzahl der Fälle heftige, durch Reizung von Laryngeusfasern bedingte Schluckbewegungen, kleine passive Zwerchfellsbewegungen hervorrufen. Bekanntlich hat Bidder (Beiträge zur Kenntniss der Wirkung des N. laryng. super. Archiv für Anatomie und Physiologie 1865) ein solches Verhältniss für den durch Reizung des Laryngeus superior bedingten Exspirationstetanus nachgewiesen. Ab-

Einathmen von Ätherdämpfen ruft denselben Effect wie das Einathmen von Chloroform, jedoch in schwächerem Maasse, hervor. (Tafel I, Figur 8.)

Beschleunigung und Verflachung der Respiration sowie das Ansteigen der Respirationscurve sind während kurzdauernder Ätherathmung deutlich ausgeprägt, aber selbst bei Thieren, an denen noch keinerlei Reizversuche vorgenommen wurden in geringerem Grade, als bei der Chloroformathmung. Die schwächere Wirkung des Äthers spricht sich auch darin aus, dass bei Thieren, welche sich in leichter Äthernarcose befinden, die beschriebenen Veränderungen der Respiration bei Zufuhr von Chloroform noch ganz deutlich zur Beobachtung gelangen.

Werden einem Versuchsthiere, bei dem die Wirkung kurzdauernder Chloroform- und Ätherathmung vorher in der beschriebenen Weise festgestellt worden ist, die beiden Nervi recurrentes möglichst tief am Halse durchschnitten, so ruft die Zufuhr von Chloroform und Äther die beschriebenen Veränderungen in der Respiration noch ganz in derselben Weise hervor. Werden aber nun die Vagi selbst am Halse durchschnitten, so bleibt die beschriebene Wirkung der Einathmung von Chloroform oder Ätherdämpfen aus.

Wir haben es also mit einem durch die Vagi vermittelten Reflex zu thun, und der Umstand, dass dieser Reflex auch nach Durchschneidung der Nervi recurrentes möglichst tief am Halse noch zu Stande kommt, macht es wenigstens im hohen Grade wahrscheinlich, dass bei Vermittelung dieses Reflexes nicht etwa ausschliesslich die in der Trachea, sondern auch die in den Bronchien und in der Lunge selbst sich verzweigenden Vagusfasern mit im Spiele sind. Im Allgemeinen aber können wir mit

---

gesehen von andern Gründen, spricht gegen eine solche Annahme die allmälige Zunahme der verzeichneten Wellen bei dem Übergange der Chloroformcurve in die gewöhnliche Respirationscurve, und das Vorkommen aller Zwischenstufen zwischen der typischen Chloroformcurve und einer einfachen Beschleunigung der Respiration ohne wesentliche Abflachung der einzelnen Athemzüge bei öfter wiederholter Chloroformathmung.

Auch kann man sich durch directe Beobachtung von dem Auftreten kleiner abortiver Zwerchfellsbewegungen unter den oberwähnten Verhältnissen bei dem Fehlen aller heftigeren Schluckbewegungen überzeugen.

Sicherheit behaupten, dass Chloroform und Äther auf die in der Schleimhaut der unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwege sich verbreitenden Vagusenden erregend einwirken, und hiedurch entweder eine Beschleunigung der Respiration bei inspiratorischer Thoraxstellung oder einen vollständigen Inspirationstetanus hervorrufen. Es sind demnach bei dieser Erscheinung die inspiratorisch wirkenden Vagusfasern in Thätigkeit.

Sind die Vagi am Halse durchschnitten, so treten beim Einathmen von Chloroform und Äther wohl ebenfalls Veränderungen der Respiration ein, diese haben aber einen ganz andern Charakter als die vorher beschriebenen.

Unter diesen Verhältnissen bleiben die ersten vier, fünf oder noch mehr Athemzüge nach Beginn der Chloroformzufuhr vollkommen unverändert, was um so bemerkenswerther ist, als in Folge der Vagusdurchschneidung die Respiration bedeutend vertieft ist, und daher schon mit dem ersten Athemzuge jetzt eine weit grössere Menge von Chloroform in die Lungen aufgenommen werden muss, als vordem.

Die Veränderungen der Respiration aber, welche nachträglich noch zum Vorschein kommen, sind durchaus nicht bei jedem Versuchsthiere, ja nicht einmal bei jedem Versuche an ein und demselben Thiere, von gleicher Art. Es lassen sich dieselben im Allgemeinen als ein Wechsel zwischen Verlangsamung und Beschleunigung, Verflachung und Vertiefung der Athemzüge bezeichnen. Ein Ansteigen der Respirationscurve in toto, wie vor der Vagusdurchschneidung, ist dabei nie zu beobachten.

Eine nähere Schilderung der Respirationsveränderungen nach der Vagusdurchschneidung, welche durch die Einwirkung des Chloroforms auf die Nervencentren bedingt sind, behalte ich mir für eine demnächst erfolgende ausführliche Mittheilung über die Wirkung von Chloroform und Äther auf Respiration und Circulation vor.

Hier will ich nur darauf noch aufmerksam machen, dass bei Kaninchen mit intacten Vagis bei längerer Zufuhr von Chloroform oder nach mehrfacher Wiederholung der beschriebenen Reizversuche auch bei kurzdauernder Chloroformzufuhr der geschilderte Reflex und die nach der Vagusdurchschneidung zur Beobachtung kommende, secundäre Verän-

derung der Respiration sich gegenseitig durchkreuzen, oder in rascher Folge ablösen können, was wohl zu beachten ist bei einer etwaigen Wiederholung und Prüfung der von mir mitgetheilten Versuche.

Dass aber die secundäre Veränderung der Respiration nicht bei jeder etwas verlängerten Chloroforminhalation zum Vorscheine kommt, wenn die Vagi intact sind, dürfte wohl zum grössten Theile darauf zurückzuführen sein, dass die Respirationsbewegungen in diesem Falle, in Folge des eingetretenen Reflexes so unausgiebig sind, dass eine verhältnissmässig nur geringe Quantität von Chloroform eingeathmet wird.

II. Einathmung von Benzin- oder Senföldämpfen ruft bei intacten Vagis dieselbe reflectorische Veränderung der Athembewegung hervor wie Chloroform.

Führt man einem Kaninchen, dessen Vagi unversehrt sind, unter den vorher geschilderten Umständen mit der Einathmungsluft die Dämpfe von Senföl oder Benzin zu, so erhält man ähnlich wie bei der Zufuhr von Chloroform ein mehr oder weniger beträchtliches Ansteigen der Athmungscurve, bedeutende Beschleunigung der Athmung und eine, in der Regel aber nur mässige Verflachung der Athemzüge. (Tafel I, Figur 7.)

Die Beschleunigung hält noch lange nach der Reizzufuhr in beträchtlichem Maasse an. Der dauernd zurückbleibende Beschleunigungsrest ist bedeutender als bei der Chloroformzufuhr.

Bei Kaninchen mit durchschnittenen Vagis ruft selbst eine durch nahezu eine Minute fortgesetzte Zufuhr der genannten beiden Stoffe keine wie immer geartete Veränderung der Respiration hervor. Während also die Wirkung dieser Stoffe bezüglich des durch die Vagi vermittelten Reflexes der Wirkung des Chloroforms und Äthers im Ganzen gleichkommt, fehlen hier die bei jenen Substanzen durch die Änderung in dem Erregungszustande des centralen Nervensystems bedingten secundären Erscheinungen.

III. Athmet ein Kaninchen mit intacten Vagis Dämpfe von einer schwachen Ammoniaklösung ein, so treten dieselben Erscheinungen auf, wie bei Zufuhr von Chloroform, Äther, Benzin und Senföl.

Wird eine starke Ammoniaklösung verwendet, so kommen abwechselnd beträchtliche Verlangsamung, Vertiefung und länger dauernder Stillstand der Athmung in Exspirationsstellung, und Beschleunigung und Verflachung der Athembewegung in Inspirationsstellung zum Vorschein. Die ganze Erscheinungsreihe beruht auf einem durch die Vagi vermittelten Reflexe.

Wenn man unter den früher beschriebenen Cautelen ein Kaninchen mit intacten Vagis aus einem zum Theile mit einer schwachen Ammoniaklösung erfüllten Gefässe athmen lässt, so treten dieselben Veränderungen der Respiration ein, wie bei der Zufuhr von Chloroform- oder Äther-, von Benzin- oder Senföldämpfen.

Die Übereinstimmung mit den letzteren beiden Substanzen ist insoferne noch grösser wie jene mit den beiden ersten Substanzen, als auch hier die Verflachung keine so hochgradige, die Beschleunigung dagegen eine länger anhaltende ist wie bei Chloroform und Äther.

Bringt man aber nun eine starke Ammoniaklösung in das betreffende Gefäss, so kommt eine ganz andere Erscheinungsreihe zum Vorscheine. Es genügt eine 2—4 Sekunden anhaltende Zufuhr der Dämpfe des concentrirten Ammoniaks, um eine durch eine oder mehrere Minuten währende colossale Veränderung der Athmungscurve zu erzeugen.

In der weitaus grössten Anzahl der Fälle wurde folgender Curvenverlauf nach der Ammoniakzufuhr beobachtet. Der Beginn der Einathmung der Ammoniakdämpfe war durch eine ganz flüchtige 2—5 Athemzüge umfassende Beschleunigung der Athmung markirt. Dann trat sofort ein Stillstand der Respiration in Exspirationsstellung ein, während dessen der Stift des Cardiographen etwas unter das Niveau der vorhergehenden Athmungscurve sank. (Taf. II, Fig. I *a*.) Dieser Stillstand in Exspiration wurde nun zunächst durch einen meist sehr tiefen, dabei aber gewöhnlich kurz dauernden Athemzug unterbrochen, dem entweder ein zweiter weniger tiefer Athemzug, oder sofort neuerdings ein Stillstand in Exspirationsstellung folgte, der meistens beträchtlich länger anhielt als der erste.

Nun wechselten sehr tiefe Athemzüge mit dem Stillstand in Exspiration mehrmals ab. Dann wurde der Exspirationsstillstand allmälig immer kürzer und kürzer, die Athemzüge selbst wurden allmälig schneller und flacher. (Taf. II, Fig. I *a*.)

Bald wurden nur rasch aufeinanderfolgende, sich stetig verflachende durch keinen Exspirationstetanus mehr unterbrochene Athemzüge verzeichnet, während gleichzeitig ein beträchtliches Ansteigen der Respirationscurve in toto statt hatte. (Taf. II, Fig. I *b*.) Auf der Höhe dieser Steigerung betrug die Zahl der Athemzüge meist das Doppelte bis Dreifache der ursprünglichen Grösse, die einzelnen Athmungswellen waren sehr stark verflacht, manchmal so stark, dass sie kaum merkliche Erhebungen einer im Wesentlichen gerade verlaufenden Linie bildeten.

Mit dem nach wenigen Sekunden folgenden Absinken der Respirationscurve von dem Gipfelpunkte der Steigerung wurden die Respirationswellen allmälig auch wieder höher, die Athemzüge blieben aber dabei noch durch ein bis zwei Minuten stark beschleunigt, und es dauerte in der Regel mehrere Minuten, bis der ursprüngliche Curvenverlauf annähernd wieder hergestellt war.

Abweichungen von diesem als typisch zu bezeichnenden Verlauf der Ammoniakcurve kamen in selteneren Fällen entweder in der Richtung vor, dass das Ansteigen der Respirationscurve in der durch Beschleunigung und Verflachung der Athmung sich ausprägenden Phase der Ammoniakwirkung nicht sehr beträchtlich war, oder in der Richtung, dass die flacher gewordenen Athemzüge auf dem Gipfel der Steigerung der Respirationscurve nicht beschleunigt, sondern, und dann zwar vorzugsweise in ihrem inspiratorischen Theile, verlangsamt erschienen. (Taf. II, Fig. 2.)

Bei Kaninchen, deren Vagi vorher durchschnitten waren, brachte selbst eine über eine Minute anhaltende Zufuhr von Dämpfen einer schwachen oder starken Ammoniaklösung, und zwar auch dann, wenn keinerlei Reizung der Lungenschleimhaut vorhergegangen war, durchaus keine Veränderung der Athmung hervor.

Wir haben es also auch in diesem Falle lediglich mit einem durch die Vagi vermittelten Reflexe und nicht etwa mit einer Einwirkung auf das centrale Nervensystem zu thun. Hiezu muss

aber noch die Bemerkung gefügt werden, dass die Durchschneidung der Nervi recurrentes am Halse auch an dem Zustandekommen dieses Reflexes nichts zu ändern vermochte.

Diejenige Phase der Ammoniakwirkung, welche sich in tiefen, seltenen, durch längeren Exspirationsstillstand von einander getrennten Athemzügen ausprägt, hat unverkennbar eine gewisse Ähnlichkeit mit den durch Reflex von der Nasenschleimhaut aus herbeigeführten Athembewegungen und mit dem dyspnoischen Athmen bei mechanischer Verengerung der oberen Luftwege.

Dass wir es aber nicht etwa mit einer einfachen Dyspnoe zu thun haben, die vielleicht bedingt wäre durch die Verunreinigung der Athmungsluft mit den Ammoniakdämpfen, erhellt schon aus dem Ausbleiben dieser Erscheinung nach der Vagusdurchschneidung, und dann aus dem Umstande, dass wir als erste hervorstechende Erscheinung in dieser Phase der Ammoniakwirkung einen Exspirationstetanus zu verzeichnen haben. Was dann auf den ersten oder zweiten Exspirationstetanus folgt, kann allerdings zum Theile Folge der durch den Krampf der Respirationsmuskeln bedingten Dyspnoe sein, und es dürfte wohl schwer fallen, von vornherein mit aller Sicherheit zu unterscheiden, was davon auf Rechnung der eingetretenen Dyspnoe, und was auf Rechnung des durch den Vagus vermittelten Reflexes auf die Athmung zu setzen ist.

Wenn ich aber trotzdem die mit der neuerlichen Beschleunigung der Respiration sich einstellende Verflachung der Athmungswellen, sowie das Ansteigen der Athmungscurve als reflectorisch erregte Erscheinung auffasse, so geschieht dies darum, weil wir auf der einen Seite dieselbe Erscheinung ohne jedes vorhergegangene dyspnoische Athmen bei der Zufuhr von Dämpfen einer schwachen Ammoniaklösung auftreten sehen, und weil wir auf der andern Seite eine solche rasche und hochgradige Verflachung der Athmung bei gleichzeitigem Ansteigen der Respirationscurve bei einfacher Dyspnoe nicht wahrnehmen können.

So sehen wir uns denn zu der Annahme genöthigt, dass durch die Zufuhr von Dämpfen von concentrirtem Ammoniak die Vagusfasern sowohl inspiratorisch, als auch exspiratorisch

energisch erregt werden und hiedurch einerseits ein Exspirationstetanus und andererseits etwas, was dem Inspirationstetanus sehr nahe kommt, hervorgerufen wird. Beide Wirkungen liegen mit einander gewissermassen im Kampfe, und nach dem jeweiligen Überwiegen der einen oder der andern Wirkung, sowie nach dem jeweiligen Erregungszustande des Athmungscentrums muss sich das Bild in den einzelnen Abschnitten der Ammoniakcurve auch verschiedenartig gestalten. Es ist ein zeitweises Abweichen der Athmungscurve von dem oben als typisch beschriebenen Gesammtbilde unter diesen Umständen auch vollkommen erklärlich, ja man muss es wohl als merkwürdig bezeichnen, dass unter dem Einflusse so verschiedenartiger, in ihren Wirkungen sich durchkreuzender Momente dennoch in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle die typische Ammoniakcurve zum Vorschein kommt.

Sehr beachtenswerth ist die Erscheinung, dass ein und dasselbe Agens je nach seiner Stärke durch den Vagus entweder blos inspiratorische oder exspiratorische und inspiratorische Wirkungen zu erzielen vermag.[1]

Eine hiemit in Übereinstimmung stehende Erfahrung wurde bereits vor längerer Zeit hinsichtlich der electrischen Reizung des centralen Vagusstumpfes gemacht.

Helmolt[2] und Tschischwitz[3] und nach ihnen eine Reihe von Beobachtern berichten, dass sie bei nicht übermässig starker, aber kräftiger Reizung des centralen Vagusstumpfes zuerst Beschleunigung und dann Stillstand der Respiration in Inspirationsstellung, bei Anwendung der stärksten Ströme aber Stillstand der Respirationsbewegung in der Phase der Exspiration beobachtet haben. Der Stillstand in Exspirationsstellung wurde zwar später von Rosenthal in seinem bekannten Buche

---

[1] Die Frage, ob die inspiratorischen und die exspiratorischen Wirkungen durch dieselben oder durch verschiedene Vagusfasern erzielt werden, mag dabei ganz unberücksichtigt bleiben.

[2] von Helmolt. Über die reflectorischen Beziehungen des Nervus vagus zu den motorischen Nerven der Athemmuskeln. Dissertation. Giessen 1856.

[3] A. de Tschischwitz. Nervis vagis irritatis diaphragma num in inspiratione an in exspiratione sistitur. Dissertation. Breslau 1857.

über die Athembewegungen lediglich von Stromschleifen auf den Nervus laryngeus superior abgeleitet, und die Existenz von exspiratorischen Fasern in dem unterhalb der Abgangsstelle dieses Nerven liegenden Theile des Vagus in Abrede gestellt.

Hiemit würde allerdings der Umstand, dass bei schwächerer electrischer Reizung Stillstand in Inspiration, bei Anwendung der stärksten Ströme dagegen Stillstand in Exspiration beobachtet wurde, eine sehr einfache Erklärung gefunden haben.

Allein sowohl die eingangs citirte Untersuchung von Hering und Breuer, welche in jüngster Zeit von Lockenberg[1] in allen Punkten bestätigt wurde, als auch eine von Burkart im ersten Bande des Pflüger'schen Archives veröffentlichte Untersuchung über den Einfluss des Nervus vagus auf die Athembewegungen haben die Unhaltbarkeit jener Ansicht Rosenthal's erwiesen.

Der eigenthümliche Reflex auf die Athmung bei chemischer Reizung der peripheren Ausbreitung des Vagus in den unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwegen gibt einen neuen starken Beweis dafür, dass unterhalb des Abganges des Nervus laryngeus superior im Vagus sowohl inspiratorisch als auch exspiratorisch wirkende Fasern verlaufen, während die Verschiedenheit der Wirkung bei schwächerer und bei stärkerer Reizung durch Ammoniak geeignet erscheint, die oben citirten Angaben über den Einfluss der Stromstärke auf die Folgen centraler electrischer Vagusreizung zu bestätigen.[2]

Überblicken wir aber die bisher bei der chemischen Reizung der unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwege gewonnenen

---

[1] Ein Beitrag zur Lehre über die Athembewegungen. Arbeiten aus dem physiol. Laborat. der Würzburger Hochschule. II. Lieferung. 1873.

[2] Um dem Einwande zu begegnen, dass der exspiratorische Stillstand bei Einwirkung des Ammoniak möglicherweise darauf beruhen könnte, dass Ammoniakdämpfe aus dem etwa nicht luftdicht mit der Canüle verbundenen Trachealrohre in den Kehlkopf gelangt seien, und dort den Nervus laryngeus superior gereizt haben, sei hier bemerkt, dass die den Reflex vernichtende Durchschneidung des Halsvagus immer so tief am Halse vorgenommen wurde, dass hiedurch die Verbindung des Nervus laryngeus superior mit den nervösen Centralorganen nicht unterbrochen sein konnte.

Resultate in ihrer Gesammtheit, so ergibt sich, dass wir alle bisher bei der centralen electrischen Vagusreizung beobachteten Erscheinungen in denselben vertreten finden: die Beschleunigung und Verflachung der Respiration, die bis zum Inspirationstetanus führende kräftige Erregung der Inspiratoren und endlich den Stillstand in Exspirationsstellung.

Es ergibt sich weiter, dass eine kurz dauernde Reizung der Schleimhaut der Luftwege durch die Dämpfe einer starken Ammoniaklösung hinreicht, um alle diese Effecte der Vagusreizung in einer bestimmten Aufeinanderfolge zum Vorschein zu bringen, dass wir also in dem Ammoniak ein vortreffliches Mittel besitzen, den gesammten bisher bekannten reflectorischen Einfluss des Vagus auf die Athmung anschaulich zu machen.

Wahrscheinlich werden sich ausser dem Ammoniak noch andere gleichwirkende chemische Reize auffinden lassen. Eine bestimmte Veranlassung, dieser Frage besonders nachzugehen, lag für mich jedoch nicht vor.

Dagegen schien es mir wünschenswerth zu ermitteln, ob und welche Veränderungen der Apnoe, beziehungsweise der ersten Athemzüge beim Erwachen aus der Apnoe herbeigeführt werden, wenn man die erwähnten chemischen Reize während der Apnoe zuführt.

IV. Eine eingeleitete Apnoe dauert auch nach Zufuhr von Chloroform- oder Ammoniakdämpfen noch fort. Die ersten Athemzüge nach Ablauf der Apnoe stehen unter der Herrschaft des durch jene Reizmittel bedingten Reflexes auf die Athmung.

Zur Beantwortung der zuletzt aufgeworfenen Frage wurden Chloroform- oder Ammoniakdämpfe Kaninchen, welche durch energische künstliche Respiration apnoisch gemacht worden waren, während der Sistirung der künstlichen Respiration eingeblasen. Der Blasebalg war bei diesen Versuchen mit der den Boden des Respirationskastens durchsetzenden Canüle durch einen längeren Schlauch verbunden, welcher dicht an jener Canüle eine seitliche Öffnung für den Exspirationsluftstrom enthielt.

Die Seitenröhren von zwei *T*-förmigen Canülen, welche in jenen Schlauch eingeschaltet waren, wurden durch kurze Gummischläuche mit einer Wulffischen Flasche in Verbindung gebracht, welche die als Reizmittel benützte Flüssigkeit enthielt. Durch Quetschhähne, welche an jene kurzen Gummischläuche angelegt wurden, konnte während der künstlichen Respiration diese Verbindung unterbrochen werden.

Nach Abnahme jener Quetschhähne und Verschluss des als Windrohr fungirenden langen Schlauches an einer zwischen den beiden eingeschalteten *T*-Canülen liegenden Stelle wurden durch die Stösse des Blasebalges die Dämpfe des Reizmittels mit atmosphärischer Luft gemischt den Lungen des Versuchsthieres zugeführt.

Zunächst richtete ich meine Aufmerksamkeit auf den einen Punkt: ob es möglich ist, bei einem apnoischen Thiere durch Zufuhr jener, inspiratorische oder exspiratorische Reize hervorrufenden Substanzen Athembewegungen zu erregen?

Das Resultat war ein negatives. War eine Apnoe eingeleitet worden, so dauerte dieselbe auch nach der Zufuhr von Chloroform- oder Ammoniakdämpfen noch fort. (Taf. IV, Fig. 1 und 3. Die Bedeutung der daselbst zu findenden Buchstaben ist aus der, am Schlusse der Abhandlung folgenden Erklärung der Abbildungen ersichtlich.) Ob unter diesen Umständen die Dauer des apnoischen Zustandes des Thieres eine Veränderung erlitt, muss ich durchaus unentschieden lassen.

Ich fand die Dauer der Apnoe bei reinen Apnoe-Versuchen nicht allein bei verschiedenen Versuchsthieren, sondern auch bei einem und demselben Versuchsthiere selbst dann, wenn ich mich bestrebte, die Versuchsbedingungen möglichst gleich zu machen, so wechselnd, dass ich mich in Bezug auf diesen Punkt jeder bestimmten Meinungsäusserung entschlagen muss.

Der Umstand aber, dass die Zufuhr jener Reize nicht im Stande ist, die Apnoe sofort zu unterbrechen, und sofort Athembewegungen auszulösen, steht in vollem Einklange mit den von Anderen in Bezug auf diesen Gegenstand gemachten Erfahrungen.

So berichtet Rosenthal, dass Reizung des centralen Vagusstumpfes, mag dieselbe so schwach oder so stark sein, wie sie will, in der Apnoe ohne jeden Einfluss auf das Zwerchfell

ist[1] und Mac-Gillavry konnte diese Angabe nach eigenen Erfahrungen bestätigen[2].

Breuer gibt in der eingangs citirten Abhandlung an, dass Aufblasung oder Collaps der Lunge während der Apnoe nicht sofort eine Athembewegung auslöse. Erst wenn die Apnoe im Abklingen, und im Athemcentrum wieder ein Athemreiz vorhanden ist, kommen die durch den Ausdehnungszustand der Lunge bedingten Reflexe zum Vorschein.

Schwartz[3] beobachtete, dass thermische und elektrische Hautreizung bei jungen Kaninchen bestehende ruhige oder dyspnoische Athembewegungen beschleunige, und bei asphyctischen Versuchsthieren den Wiedereintritt der Inspiration fördere, bei Apnoe dagegen ganz ohne Wirkung bleibe.

Aus allen diesen Beobachtungen zusammengenommen ergibt sich, dass das Athemcentrum sich während der Apnoe in einem Zustande vollständiger Unfähigkeit zu Thätigkeitsäusserungen befinden muss. Sowie dasselbe aber aus diesem Zustande erwacht, sowie es wieder einen, wenn auch nur geringen Grad von Erregbarkeit erlangt hat, entfaltet sich auch die Wirkung einer reflectorischen Erregung desselben.

Wie in den Breuer'schen Versuchen die erste Athembewegung nach Ablauf der Apnoe je nach dem Ausdehnungszustande der Lunge bald inspiratorisch bald exspiratorisch ist, so sehen wir auch nach Zufuhr von Chloroform oder Ammoniak während der Apnoe die ersten Athembewegungen bei dem Erwachen aus der Apnoe, je nachdem die eine oder die andere Substanz verwendet worden ist, bald unter der Herrschaft einer inspiratorischen, bald wieder unter der Herrschaft einer exspiratorischen Erregung vor sich gehen.

Es ist eine bereits von Rosenthal in seinem Buche über die Athembewegungen mitgetheilte Thatsache, welche seitdem durch viele Beobachter bestätigt wurde, dass die ersten Athem-

---

[1] Die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum Nervus vagus. Berlin 1862. p. 159.

[2] De invloed van den nervus vagus op de ademhalings-bewegingen. Nederlandsch archief voor Genees-en Naturkunde. 1866.

[3] Hirndruck und Hautreize in ihrer Wirkung auf den Foetus. Archiv für Gynaekologie I. 1870.

züge bei dem Erwachen aus der Apnoe schwach und sehr verlangsamt sind, dann aber immer häufiger und stärker werden. Es hat sich ferner aus der Beobachtung der Apnoe-Curve ergeben, dass die erste Athembewegung nach der Apnoe — entsprechend dem vorhergehenden Collaps der Lunge — bei reinen Apnoe-Versuchen immer eine sehr verlängerte Inspiration ist. (Auf Taf. IV, Fig. 2, findet sich das Bild einer solchen mit der von mir benützten Methode der Verzeichnung der Athembewegung gewonnenen reinen Apnoe-Curve.) Wenn ich während der Apnoe Chloroform einblasen liess, so waren die ersten Athemzüge wohl auch sehr flach, sie waren dabei aber sehr rasch und vollzogen sich bei anhaltendem Tiefstand des Zwerchfells, wie daraus zu entnehmen ist, dass die zunehmende Vertiefung der Athemzüge sich nicht in einem deutlichen Ansteigen der Wellengipfel, sondern in einem beträchtlichen Absteigen der Wellenthäler der Respirationscurve ausdrückte. Die Verflachung der Athemzüge war ausserdem nach der Chloroformeinblasung immer eine viel länger anhaltende, als bei reinen Apnoe-Versuchen.

Ein Vergleich der Figuren 2 und 1 auf Tafel IV untereinander, und der Vergleich der letztbezeichneten Curve mit den auf Tafel I verzeichneten gewöhnlichen Chloroformcurven wird den Beleg liefern für die Behauptung, dass der durch das Chloroform bedingte Reflex auf die Athmung, nach Einblasungen des Chloroforms während der Apnoe, sich in den ersten Athembewegungen bei dem Erwachen aus der Apnoe deutlich ausprägt.

Hinzufügen muss ich noch, dass ich mich durch Einblasungen reiner atmosphärischer Luft während der Apnoe überzeugt habe, dass hiedurch an dem gewöhnlichen Verlaufe der Athmungscurve nach der Apnoe nichts geändert wird. Ferner muss ich bemerken, dass ich die Chloroformzufuhr während der Apnoe durch mehrere Blasebalgstösse bewerkstelligen musste, um ein deutliches Bild der Chloroformwirkung nach Ablauf der Apnoe zu erlangen. Dass die auf diese Art bewirkte Abänderung der Athembewegungen reflectorischer Natur ist, erhellt aus dem früher in Bezug auf diesen Gegenstand Angeführten. Eine experimentelle Darlegung des Einflusses der Vagusdurchschneidung auf die Wirkung des Chloroforms nach der Apnoe war mir

darum nicht möglich, weil es mir überhaupt nicht gelang, Kaninchen mit durchschnittenen Vagis apnoisch zu machen, was übrigens schon von mehreren Beobachtern angegeben worden ist.

Unentschieden will ich es lassen, ob wir die ersten Athembewegungen nach der Apnoe als eine Nachwirkung der während der Chloroformeinblasungen gesetzten Erregung der Vagi aufzufassen haben, oder ob ein Theil des eingeblasenen Chloroforms während der Apnoe in den Lungen aufgespeichert bleibt, und hiedurch eine andauernde Erregung der Vagi veranlasst wird, welche erst im Verlaufe der wiedereingetretenen natürlichen oder künstlichen Ventilation zum Verschwinden gebracht wird. Der Umstand, dass das Reflexphänomen noch eine Minute nach der Chloroformeinblasung zum Vorschein kommt, wie gerade aus der Fig. 1, Taf. IV, ersichtlich wird, zusammengehalten mit dem raschen Ablauf des Reflexes unter gewöhnlichen Verhältnissen, spricht aber sehr für eine Aufspeicherung des Chloroforms in den Lungen.

Ebenso scharf, ja noch schärfer als der Effect der Chloroformeinblasung tritt die Wirkung einer während der Apnoe gemachten Einblasung von Dämpfen einer starken Ammoniaklösung in den ersten Athemzügen bei dem Erwachen aus der Apnoe hervor.

Eine einzige Einblasung ist zu diesem Zwecke hinreichend, ja besser geeignet, als mehrfache Einblasungen, weil diese in der Regel eine anhaltende Unruhe des Versuchsthieres hervorrufen, durch welche der Curvenverlauf oft vollständig gestört wird. Meistens pflegt aber auch unter diesen Umständen der eine Haupteffect der Ammoniakeinblasung während der Apnoe zum Vorschein zu kommen, und dieser eine Haupteffect besteht darin, dass die erste Athembewegung nach der Apnoe nicht eine Inspiration, sondern eine forcirte Exspiration ist.

Das plötzliche beträchtliche Absinken der Athmungscurve, welches wir unter diesen Verhältnissen nach Beendigung der Apnoe eintreten sehen, nachdem doch schon während der Apnoe eine nahezu totale Erschlaffung des Zwerchfelles bei standen haben muss (Taf. IV, Fig. 3), spricht dafür, dass der erste Athemzug nach der Apnoe sich in diesem Falle mit

CLN

Anspannung aller exspiratorischen Kräfte vollzieht, dass ein förmlicher Exspirationskrampf eintritt.

Die Athembewegungen, welche dieser ersten krampfhaften Exspiration folgen, geben mehr oder weniger prägnant das Bild der Ammoniakcurve wieder.

Die Unruhe des Versuchsthieres, welche bei meinen Versuchen der Einblasung von Ammoniakdämpfen viel häufiger folgte als der Einathmung derselben, trübte dies Bild wohl oft beträchtlich, es gelang aber dennoch öfter, alle charakteristischen Erscheinungen der Ammoniakcurve zu erlangen, wofür die Fig. 3 auf Taf. IV ein Beispiel geben mag.

V. Athmet ein Kaninchen mit intacten Vagis reine Kohlensäure oder ein Gemengsel von atmosphärischer Luft und Kohlensäure ein, so kommt keine Erscheinung zum Vorschein, welche lediglich durch eine directe Erregung der Vagi durch die Kohlensäure erklärt werden müsste.

Nach den Wirkungen, welche die Zuleitung schwächerer chemischer Reize zu den Luftwegen hatte erkennen lassen, war es mir von vornherein sehr wahrscheinlich, dass ich bei einer Prüfung des Verhaltens der Vagusfasern bei Zufuhr von Kohlensäure zu den unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwegen, lediglich zu einer Bestätigung der Angaben gelangen würde, welche Bernt in der eingangs citirten Abhandlung über die Folgen der Kohlensäurezufuhr zu den Luftwegen gemacht hat. Bernt fand nämlich als erste Wirkung der Einathmung reiner Kohlensäure bei Kaninchen einen, angeblich durch Vagus-Reflex bedingten Inspirationskrampf. Nach Ablauf dieses, von Bernt als „directe“ Wirkung der Kohlensäure bezeichneten, reflectorisch vermittelten Effectes kam als „indirecte“ Wirkung eine beschleunigte und stark vertiefte Athmung zum Vorschein.

Wenn auch der Inspirationskrampf, den Bernt beobachtet hat, sich von der bei der Athmung von Ätherdämpfen u. dgl. beobachteten Erscheinung in mancher Beziehung unterschied, so musste ich nach den Angaben von Bernt doch von vornherein annehmen, dass es sich dabei eben auch nur um eine Erregung der inspiratorischen Vagusfasern handle, die Kohlensäure also

einen im Wesentlichen gleichen Reflex auf die Athmung auslöse, wie die bisher von mir geprüften chemischen Reize. Aber trotz vielfacher Versuche, trotz mehrfacher Modification der Art der Kohlensäurezufuhr zu den Luftwegen ist es mir nicht gelungen, eine Erscheinung zu Gesicht zu bekommen, welche mit dem von Bernt beschriebenen reflectorisch erregten Inspirationskrampf identisch genannt werden könnte. Anfangs liess ich das Versuchsthier aus einem offenen Glasgefässe athmen, in welches aus einem Gasometer die Kohlensäure einströmte. Diese Art der Kohlensäurezufuhr wurde gewählt, um nicht in dem Momente, wo der Reiz einzuwirken hatte, gleichzeitig irgend welche andere neue Bedingungen für die Respiration einzuführen. Natürlich konnte es sich hiebei aber nur um die Einathmung eines Gemengsels von atmosphärischer Luft und Kohlensäure handeln. Da ich hiebei allerdings ausgeprägte Veränderungen der Respirationscurve, die ich später noch beschreiben werde, erhielt, aber niemals etwas, was dem Bernt'schen Inspirationskrampf vollständig gleichgekommen wäre, Bernt selbst aber angibt, dass die „directe" Einwirkung der Kohlensäure nur dann regelmässig und deutlich zum Vorschein kommt, wenn den Luftwegen reine Kohlensäure zugeführt wird, so musste ich eine Methode der Reizzufuhr wählen, bei welcher der Reiz rein und ungeschwächt einwirken kann, ohne dass an den übrigen Bedingungen der Respiration etwas verändert würde.

Zu diesem Zwecke wurde wieder die oben erwähnte, mit Glasoliven verbundene Doppelcanüle gewählt. Beide Glasoliven wurden in grosse, nach oben offene Glasgefässe von gleichem Volumen geleitet, wo sie bis nahe an den Boden heranreichten. Das eine dieser Glasgefässe wurde mit Kohlensäure gefüllt und verschlossen.

In dem Momente, wo durch Schieberverstellung bewirkt wurde, dass das Versuchsthier — welches vorher seine Athmungsluft aus dem mit atmosphärischer Luft erfüllten Glase bezog — aus dem mit Kohlensäure gefüllten Gefässe athmete, wurde auch der Verschluss dieses Gefässes aufgehoben. Das Thier athmete auf diese Weise bei den ersten Athemzügen, während alle anderen Bedingungen sich gleichblieben, von anderen Beimengungen sicherlich beinahe vollständig freie Kohlensäure ein

— und dennoch vermochte ich keinen Inspirationskrampf zu beobachten, sondern nur dieselben andersartigen Veränderungen der Respirationscurve wie bei der vorherangegebenen Art der Kohlensäurezufuhr.

Da Bernt die Kohlensäurezufuhr dadurch bewerkstelligte, dass er das Versuchsthier, welches seine Athmungsluft vorher frei aus der Atmosphäre bezogen hatte, aus einem mit Kohlensäure gefüllten Sacke athmen liess, so griff ich endlich zu einem gleichen Verfahren, in der Meinung, dabei die Ursache der Differenz in den Untersuchungsresultaten bei Bernt und bei mir aufzufinden.

Eine mit Kohlensäure gefüllte grosse thierische Blase wurde direct mit dem einen Rohre der gabeligen Canüle verbunden, durch leichten Druck auf die Blase erst etwas Kohlensäure durch dieses Rohr entleert, und dasselbe dann durch Schieberverstellung abgeschlossen. Wurde nun die Schieberstellung wieder gewechselt, so athmete das Versuchsthier, welches vorher seine Athmungsluft aus der Atmosphäre bezogen hatte, aus einem vollständig mit Kohlensäure erfüllten Raume. Aber auch in diesem Falle waren lediglich dieselben Veränderungen der Respiration wie bei den anderen Methoden zu beobachten. Nur eine leichte aber deutlich ausgeprägte, mit der Athmung aus der Blase beginnende und endende Erhebung der Respirationscurve in toto fand ausserdem noch statt. Controlversuche, bei welchen das Versuchsthier abwechselnd aus der Atmosphäre und aus der sorgfältig gereinigten mit atmosphärischer Luft erfüllten Blase athmete, lehrten, dass diese Erhebung der Respirationscurve lediglich durch das Athmen aus der Blase und nicht etwa durch die Kohlensäure bedingt war.

Letzterer Umstand liess es zuerst als möglich erscheinen, dass die Ursache des Inspirationskrampfes in den von Bernt angestellten Versuchen vielleicht lediglich darin zu suchen wäre, dass die Kohlensäure in dem Sacke unter sehr hohem Drucke stand. Allein für diesen Fall hätte bei den von Bernt angestellten Controlversuchen, in welchen aus dem Sacke atmosphärische Luft zugeführt wurde, ohne dass irgend etwas der von ihm beschriebenen „directen“ Wirkung Ähnliches eingetreten wäre, die Füllung des Sackes eine wesentlich geringere sein

müssen, als bei den Versuchen mit reiner Kohlensäure. Ein Gleiches hätte der Fall sein müssen bei allen den andern zahlreichen Versuchen desselben, wo Gemengsel von Kohlensäure mit atmosphärischer Luft auf dieselbe Weise zugeführt wurden, ohne dass ein deutlicher „directer" Einfluss beobachtet worden war. Auch hätte für den oben supponirten, einer Aufblasung gleichkommenden Fall, entsprechend den Beobachtungen von Hering und Breuer, wohl eine sehr verlängerte Exspiration, nicht aber ein Inspirationskrampf als erste Erscheinung erwartet werden müssen.

Ausser Stande, eine genügende Erklärung für die Differenz bei den von Bernt und den von mir angestellten Versuchen zu geben, muss ich jedoch noch auf einen Passus hinweisen, welcher beweist, dass selbst aus den von Bernt geschilderten Versuchsresultaten eine directe Erregung der Vagi durch die Kohlensäure sich nicht mit Sicherheit erschliessen lässt. Auf pag. 96—97 seiner Abhandlung, wo Bernt über die Wirkungen der Kohlensäurezufuhr bei fünf Kaninchen berichtet, deren Vagi durchschnitten waren, bemerkt er selbst, dass bei zwei dieser Kaninchen „directer" Einfluss der Kohlensäurezufuhr zu bemerken war, während derselbe bei den drei andern Kaninchen vollständig fehlte. Bernt erklärt diese Erscheinung damit, dass in diesen beiden Fällen vielleicht die Trachealcanüle so hoch oben angebracht war, dass der nicht durchschnittene Laryngeus superior durch die Kohlensäure gereizt wurde. Allein abgesehen davon, dass bei Reizung des Laryngeus superior bisher immer nur exspiratorische Wirkungen beobachtet wurden, liegt wohl der andere Schluss mindestens ebenso nahe, dass jene Fälle, wo bei durchschnittenen Vagis eine inspiratorische Wirkung bei Kohlensäurezufuhr zum Vorschein kam, den Beweis liefern, dass diese nicht durch einen durch die Vagi vermittelten Reflex, sondern durch irgend ein anderes in der Versuchsanordnung liegendes Moment bedingt sei.

Die Veränderungen in der Respiration, welche ich bei Kohlensäurezufuhr an Kaninchen mit intacten Vagis wahrzunehmen vermochte, waren folgende: Die ersten Athemzüge nach Beginn der Kohlensäurezufuhr waren entweder ganz unverändert, oder ein wenig vertieft, und dabei öfter etwas beschleunigt (Taf. III, Fig. 3). Ausnahmsweise war ein oder der andere dieser ersten

Athemzüge stark verflacht, gewissermassen abortiv. Hierauf trat ein sehr tiefer und stark verlangsamter Athemzug ein, der in der Mehrzahl der Fälle auf die vierte Athembewegung nach Beginn der Kohlensäurezufuhr fiel (Taf. III, Fig. 2). Mehrmals wurde dieser Athemzug schon bei der dritten (Taf. III, Fig. 4), nicht selten aber auch erst bei der sechsten oder siebenten Athembewegung nach Beginn der Kohlensäureathmung oder noch später beobachtet (Taf. III, Fig. 1 und 3), ja zweimal kam dieser Athemzug erst zum Vorschein, als schon wieder atmosphärische Luft geathmet wurde (Taf. III, Fig. 1). Dieser auffallend tiefe und langsame Athemzug war in der Regel ganz isolirt und trat darum ganz markirt auf der Athmungscurve hervor. Ausnahmsweise waren schon ein oder mehrere Athemzüge vorher in weniger auffallendem Masse vertieft und verlangsamt.

Auf diesen meistens scharf hervortretenden Athemzug folgte dann eine längere Reihe von, gegenüber der ursprünglichen Respiration deutlich beschleunigten und vertieften Athembewegungen, welche allmälig in eine mehr oder weniger stark verlangsamte Respiration übergingen (Taf. III, Fig. 3 und 4). Die Beschleunigung der Respiration war meistens eine geringe, höchstens ein Viertheil bis ein Dritttheil der ursprünglichen Respirationsfrequenz betragend. Sie erstreckte sich häufig noch in den Zeitraum herüber, in welchem das Versuchsthier schon wieder reine atmosphärische Luft athmete. Die Verlangsamung prägte sich besonders in der exspiratorischen Phase der einzelnen Respirationen aus. Sie war desto stärker und anhaltender, je länger der Zeitraum war, während dessen die Kohlensäurezufuhr erfolgte. Der Übergang von dieser Verlangsamung zur normalen Respiration geschah ganz allmälig.

Erfolgte die Kohlensäurezufuhr bei durchschnittenen Vagis, so war das Curvenbild im Ganzen und Grossen gleich beschaffen, nur fehlte der erwähnte erste stark verlangsamte Athemzug meistens, und wo er nachweisbar war, zeichnete er sich nicht durch auffallende Tiefe aus, und trat überhaupt in der Curve nicht sehr scharf hervor. Die Periode der Beschleunigung der Respiration war eine sehr kurz dauernde, erstreckte sich meist nur über 8—10 oder noch weniger Athemzüge, die Verlang-

samung war dagegen sehr stark und lang anhaltend, und ebenfalls wieder vorwaltend exspiratorisch. (Taf. IV, Fig. 5.)

Einen durchgreifenden Unterschied vermag ich in den Curven vor und nach der Vagusdurchschneidung nicht zu erblicken. Dass nach der Vagusdurchschneidung jener charakteristische Athemzug fehlt oder doch nur undeutlich ausgeprägt erscheint, ist aus der starken Verlangsamung und Vertiefung, welche die Athmung nach der Vagusdurchschneidung überhaupt erfährt, erklärlich. Das frühzeitige Eintreten der sekundären Verlangsamung mag wohl darauf beruhen, dass nach der Vagusdurchschneidung schon an und für sich ein geringer Grad von Dyspnoe besteht, die Kohlensäurewirkung daher rasch ihren Culminationspunkt erreicht.

Der Umstand, dass bei der Kohlensäurezufuhr deutliche Veränderungen der Athmungscurve in der Regel erst mehrere Athemzüge nach Beginn dieser Zufuhr zu beobachten sind, und dass dieselben im Grossen und Ganzen in gleicher Weise nach der Vagusdurchschneidung hervorgerufen werden können, scheint mir so entschieden dafür zu sprechen, dass wir diese Veränderungen insgesammt nur als eine central erregte Erscheinung auffassen dürfen, dass ich nicht anstehe, die Ansicht auszusprechen: dass bei der Zufuhr von Kohlensäure zu den unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwegen eine Erscheinung, welche lediglich durch einen vom Vagus vermittelten Reflex auf die Athmung zu erklären wäre, nicht zum Vorschein kommt. Denn auch jene eine auffallend tiefe und verlangsamte Athmung vermag ich nicht als eine reflectorisch erregte Erscheinung aufzufassen, weil dieselbe oft erst so spät nach der Kohlensäurezufuhr, ja selbst erst dann zum Vorschein kam, wenn schon wieder atmosphärische Luft zugeführt wurde.

Dem von Bernt beschriebenen, sofort nach der Kohlensäurezufuhr eintretenden Inspirationskrampf gleicht dieselbe nicht, wie ein Vergleich der Curven lehrt. Dagegen findet sich auf den von Bernt mitgetheilten Curven in der Periode des „indirecten" Einflusses der Kohlensäure ab und zu ein ganz gleich beschaffener Athemzug verzeichnet. Dass dieser eigenthümlich sich von der übrigen Curve abhebende Athemzug in der Curve nach der Vagusdurchschneidung fehlt, oder nur wenig aus-

geprägt erscheint, ist nicht zu verwundern, wenn man bedenkt, dass unter diesen Umständen eben alle Athemzüge den Charakter dieses einen Athemzuges haben.

Den von Bernt beschriebenen „indirecten", durch centrale Erregung bedingten Einfluss der Kohlensäurezufuhr zu den Lungen vermag ich dagegen durch das, was ich über die Veränderung der Athemcurve nach der Kohlensäurezufuhr mitgetheilt habe, vollständig zu bestätigen.

Fassen wir nun die in den vorliegenden Blättern beschriebenen Wirkungen flüchtiger Substanzen bei Zufuhr zu den unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwegen, zusammengenommen mit den von anderer Seite her bereits beschriebenen Wirkungen dieser Substanzen bei Application auf die Nasenschleimhaut noch einmal in das Auge, so ergibt sich: dass wir von verschiedenen Punkten der Luftwege aus durch diese Substanzen Reflexe auf die Athmung auslösen können, welche je nach der Natur der verwendeten Substanz und nach dem Orte der Einwirkung sehr verschieden sein können.

Bedenken wir dabei ferner noch, dass einige dieser Substanzen nach ihrer Aufnahme in das Blut ebenfalls wieder beträchtliche Veränderungen der Respiration von anderer Art hervorbringen, so erklärt es sich, wie es kommt, dass wir bei der gewöhnlichen Art und Weise, in der wir einzelne dieser Substanzen, wie zum Beispiel das Chloroform, beim Menschen einwirken lassen, ein vollständiges Gewirre von Erscheinungen eintreten sehen.

Nur wenn wir dabei scharf unterscheiden, was in diesem Gewirre auf Rechnung eines Reflexes von der Nasenschleimhaut, was auf Rechnung eines Reflexes von den tiefer gelegenen Luftwegen aus zu setzen ist, und was endlich Effect der Aufnahme dieser Substanz in das Blut ist — nur dann wird es uns möglich sein, uns in der Masse von verschiedenartigen und scheinbar zu einander in Widerspruch stehenden Beobachtungen zu orientiren, welche sich bezüglich der Veränderungen der Respiration bei der Einathmung dieser flüchtigen Substanzen — wie beispielsweise des Chloroforms — angehäuft haben.

Schliesslich erübrigt es mir noch, darauf hinzuweisen, dass die Beschleunigung und Abflachung der Respiration bei Zuleitung von Chloroform in die Trachea bereits im Jahre 1867 von Holmgren beschrieben wurde. Ich bin auf diese Mittheilung erst aufmerksam geworden, als die vorliegende Abhandlung bereits nahezu vollendet vorlag, und konnte mir die Arbeit von Holmgren auch leider nicht im Original verschaffen. So viel ich aus dem Auszug, der mir zu Gebote stand, [1] entnehmen kann, sondert Holmgren die reflectorisch erregte Beschleunigung und Verflachung nicht streng genug von den Wirkungen auf die Respiration, welche die Aufnahme des Chloroforms in das Blut erzeugt. Er stellt es wohl auch nur darum lediglich als wahrscheinlich hin, dass ein Theil der von ihm beobachteten Erscheinungen in directer Reizung der Vagusendigungen begründet sein kann. Ich ersah übrigens aus diesem Auszuge ferner noch, dass Holmgren den Reflex auf Athmung und Kreislauf, welcher durch die Application von Chloroform auf die Nasenschleimhaut ausgelöst wird, schon vor Kratschmer gekannt, und im Ganzen genommen in gleicher Weise untersucht hat wie dieser.

Dass Kratschmer die Mittheilung Holmgren's über diesen Gegenstand entgangen ist, beruht wohl darauf, dass die Abhandlung Holmgren's in einer fremden Sprache, und in einem in Deutschland wenig gekannten Journale erschien. Haben doch nicht einmal die Jahresberichte für Physiologie von dieser Arbeit Notiz genommen, welche sicher auch mir gänzlich unbekannt geblieben wäre, wenn ich nicht mit Rücksicht auf die angekündigte Arbeit über die Wirkungen von Chloroform und Äther auf Athmung und Kreislauf auch die Jahresberichte für Pharmacologie durchsucht hätte.

---

[1] Om chloroforms werkning paa kanien. Upsala Läk. Sällsk. Handl. B. II. N. 3 p. 134. Jahresbericht von Virchow und Hirsch für 1867 I. Band III. Abtheilung p. 450. (Bericht für Pharmacologie und Toxicologie von Husemann.)

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Curven, mit Ausnahme der auf Tafel IV unter Fig. 1—3 verzeichneten, welche von künstlich ventilirten Thieren herrühren, wurden an Kaninchen mit natürlicher Respiration gewonnen. Die Vagi waren dabei stets erhalten, nur die auf Tafel IV, Fig. 5, wiedergegebene Curve rührt von einem Kaninchen her, dessen Vagi am Halse durchschnitten waren.

Die Curven geben die durch die Respiration bedingten Volumschwankungen der Versuchsthiere wieder. Der ansteigende Theil der Athemwellen fällt mit der Inspiration, der absteigende Theil mit der Exspiration zusammen. Die Verzeichnung wurde durch einen sehr empfindlichen Marey'schen Cardiographen bewerkstelligt, welcher mit dem im Texte näher beschriebenen Respirationskasten verbunden war. Auf der Horizontalen unter jeder Curve sind die Schläge eines Metronoms durch einzeln stehende senkrechte Striche verzeichnet. Die von je zwei hintereinander folgenden einzeln stehenden Strichen begrenzten Abschnitte der Horizontale haben den Werth von Doppelsecunden. Die durch eine zweite Horizontale mit einander verbundenen höheren senkrechten Striche zeigen den Zeitpunkt und die Dauer einer Reizeinwirkung an.

Tafel I.

Fig. 1 bis 6 geben die reflectorische Veränderung der Athmung wieder, bei Einathmung von Chloroformdämpfen durch eine Trachealcanüle. Das Ansteigen der Respirationscurve erscheint in Fig. 1, 2 und 6 wohl ausgeprägt, in Fig. 6 nebstdem ein kurzer Inspirationstetanus.

Fig. 3, 4, 5 geben die Beschleunigung und Abflachung der Athmung bei Inspirationsstellung in verschiedenen Graden wieder.

Fig. 7 zeigt die Wirkung von Benzin —, Fig. 8 jene von Ätherdämpfen.

Tafel II.

Fig. 1 *a* und *b* gibt das typische Bild der durch die Zufuhr von Dämpfen einer starken Ammoniaklösung in die Trachea bedingten Veränderungen der Respiration. Das Ende von Fig. 1 *a* ist unmittelbar an den Anfang von Fig. 1 *b* anzuschliessen. Fig. 2 verzeichnet die bei der Ammoniakeinathmung zeitweilig zur Beobachtung gelangende Verlangsamung der Respiration bei Inspirationsstellung.

Tafel III.

Fig. 1—4 verzeichnet die Veränderungen der Respiration bei Zuleitung von reiner Kohlensäure in die Trachea. Bei Fig. 3 und 4 wurde an je zwei durch einen senkrecht auf der Horizontalen stehenden Pfeil bezeichneten Stellen den Originalcurven gegenüber eine Verkürzung vorgenommen. Bei Fig. 3 beträgt die Verkürzung an der ersten Stelle ein 2½ Sekunden langes Curvenstück; bei der zweiten Stelle ein 4½ Sekunden langes Curvenstück. Bei Fig. 4 beträgt die erste Verkürzung 2¼, die zweite 6½ Sekunden. Die elidirten Curvenstücke bieten dem unmittelbar vorhergehenden und nachfolgenden Curvenverlaufe gegenüber durchaus keine Besonderheit dar.

Tafel IV.

Fig. 1—3 rühren von künstlich ventilirten Thieren her.

Buchstabe *a* bei Fig. 1 zeigt den Zeitpunkt der Unterbrechung der künstlichen Ventilation, *c* den Zeitpunkt der Wiederaufnahme dieser Ventilation an. Durch die acht Blasebalgstösse bei *b* wurde dem Versuchsthiere während der Apnoe Chloroform zugeführt.

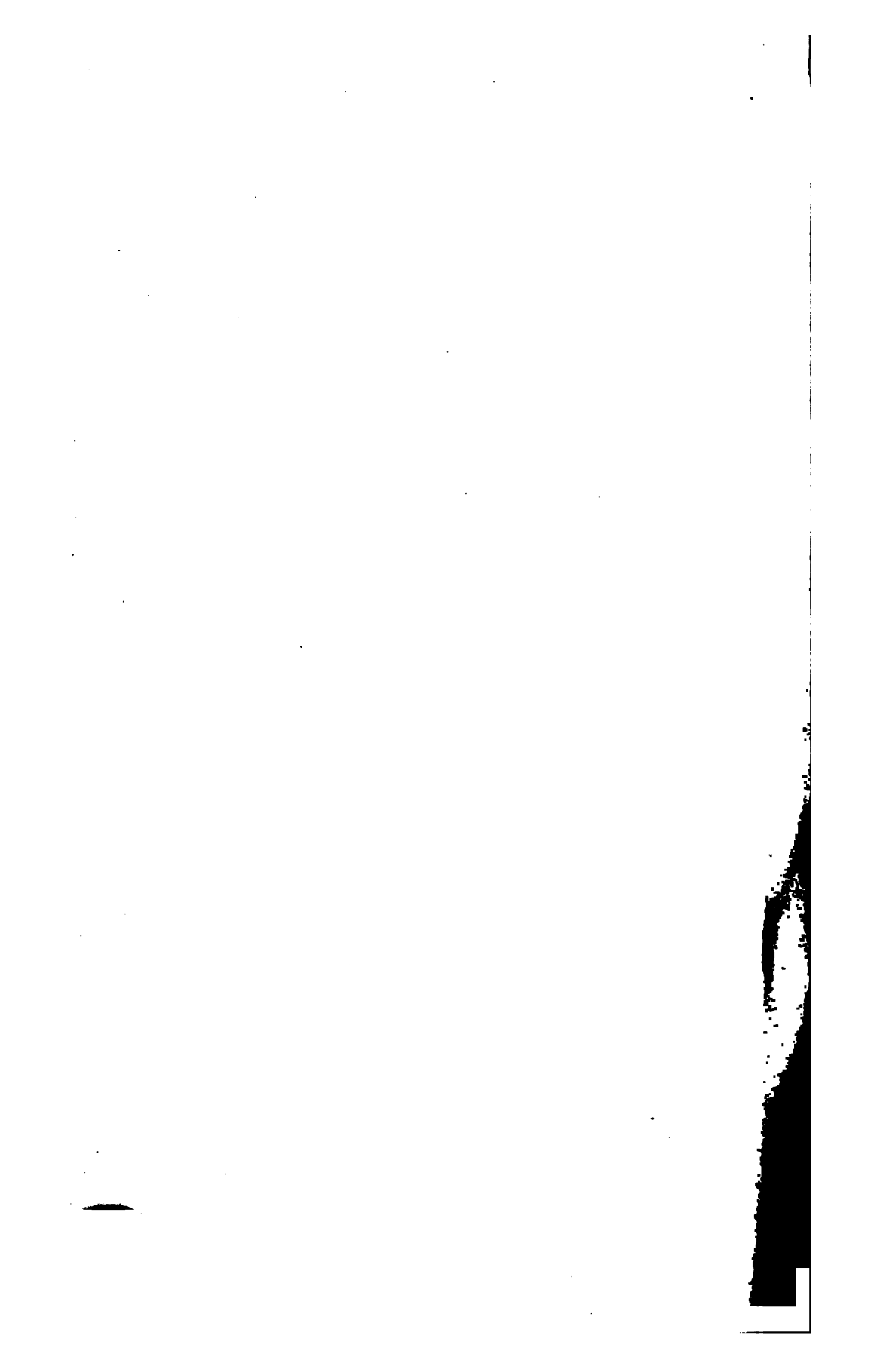
Buchstabe *a* und *c* bei Fig. 2, welche den Verlauf einer reinen Apnoe-Curve wiedergibt, haben dieselbe Bedeutung wie bei Fig. 1.

Ebenso behält Buchstabe *a* bei Fig. 3 die früher angegebene Bedeutung. Die Wiederaufnahme der künstlichen Ventilation ist bei dieser Figur nicht mehr verzeichnet.

Bei *b* wurde in diesem Falle Ammoniak eingeblasen. Der ganze hinter *b* liegende Curvenverlauf stellt die Veränderung der Respiration nach der Apnoe in Folge dieser Einblasung dar. Bei dem Versuchsthiere, von welchem diese Curve gewonnen worden, war überhaupt nur sehr kurz dauernde Apnoe zu erzielen.

Fig. 4 und 5 sind von Thieren mit natürlicher Respiration gewonnen.

Fig. 4 verzeichnet die einfache Beschleunigung der Respiration bei öfter wiederholter Einathmung von Chloroform, Fig. 5 die Veränderungen der Athembewegung bei Kohlensäurezufuhr nach der Vagusdurchschneidung.



w. Cl.

Bd.

2 Cal/165